

Année 1965 - N° 172

LES SURDITÉS PROFESSIONNELLES.
RÉFLEXIONS A PROPOS D'ENQUÊTES RÉALISÉES
DANS LA RÉGION LYONNAISE.

THÈSE

présentée

à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de LYON

et soutenue publiquement le 9 décembre 1965

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Jacques BARRET

Ancien élève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

né le 17 juin 1938

à Airvault (Deux-Sèvres)

EDITIONS DE L'A.G.E.L.

20, rue François-Garcin - LYON (3^e)

1965

Année 1965 - N° 172

LES SURDITÉS PROFESSIONNELLES.
RÉFLEXIONS A PROPOS D'ENQUÊTES RÉALISÉES
DANS LA RÉGION LYONNAISE.

THÈSE

présentée

à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de LYON

et soutenue publiquement le 9 décembre 1965

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Jacques BARRET

Ancien élève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

né le 17 juin 1938

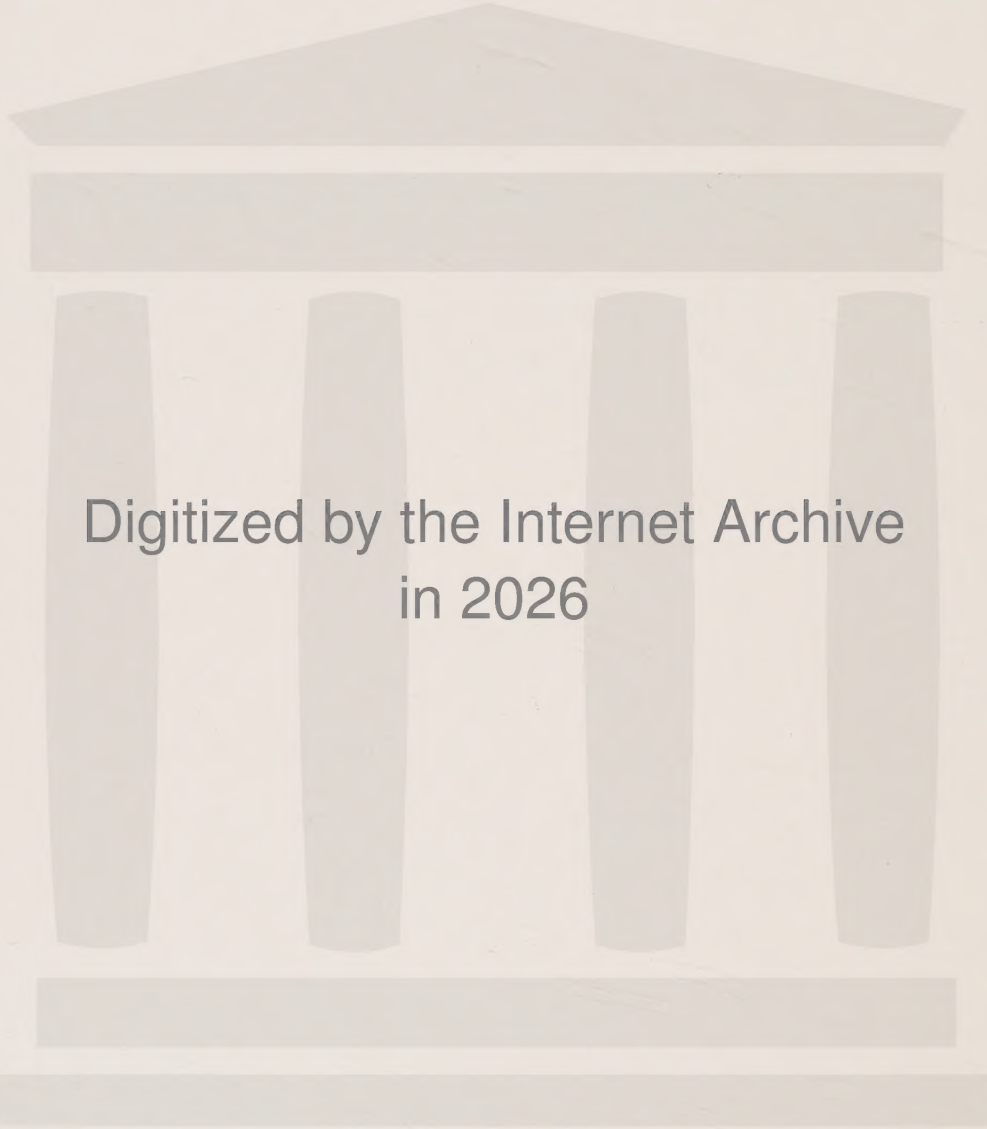
à Airvault (Deux-Sèvres)



EDITIONS DE L'A.G.E.L.

20, rue François-Garcin - LYON (3^e)

1965



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553416_0051

A MA FEMME

Avec toute ma tendresse

A MA FILLE NATHALIE

A MES PARENTS

Faible témoignage de ma reconnaissance
et de ma profonde affection.

A MES SOEURS

A MES BEAUX PARENTS

Hommage affectueux et reconnaissant.

A MES BEAUX FRERES ET BELLES SOEURS

A TOUS LES MIENS

A TOUS MES AMIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur BOURRET

Nous le remercions très respectueusement
du grand honneur qu'il nous fait en président
notre jury.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de
notre reconnaissance et de notre profond
respect.

A NOS JUGES

Monsieur le Professeur MOUNIER - KUHN

Monsieur le Professeur TOLOT

Monsieur le Professeur Agrégé COLIN

Nous les remercions de l'honneur qu'ils nous
font en acceptant de juger ce travail.

Qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression
de notre respectueuse gratitude.

A MONSIEUR LE MEDECIN GENERAL INSPECTEUR BORON

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

Directeur de l'Ecole du Service de Santé Militaire et de

l'Hôpital Militaire d'Instruction Desgenettes.

A MONSIEUR LE MEDECIN COLONEL GROSSETETE

Bactériologiste des Hôpitaux des Armées

Médecin chef de l'Hôpital Militaire d'Instruction Desgenettes

A MONSIEUR LE DOCTEUR RETY

Diplômé de Médecine Légale

Diplômé de Médecine du Travail

Ancien Externe des Hôpitaux de Lyon

Il nous a toujours prodigué, au cours de la rédaction de cette thèse, conseils et encouragements avec beaucoup de patience et de dévouement. Nous serions heureux de ne pas le décevoir.

Qu'il nous permette de l'assurer de notre respectueuse gratitude.

A NOS MAÎTRES
DE LA FACULTE DE MEDECINE DE LYON
DES HOPITAUX CIVILS
DE L'HOPITAL MILITAIRE D'INSTRUCTION
DESGENETTES

En particulier à :

Monsieur le Médecin-Lieutenant-Colonel COUTURE
Spécialiste des Hôpitaux des Armées
Chef du Service d'Electro-Radiologie de
l'Hôpital Militaire d'Instruction Desgenettes

Monsieur le Médecin-Lieutenant-Colonel PAPET
Electro-Radiologiste des Hôpitaux des Armées

Monsieur le Médecin-Commandant QUINARD
Electro-Radiologiste des Hôpitaux des Armées

Monsieur le Médecin-Commandant ROUBINET
Electro-Radiologiste des Hôpitaux des Armées

Messieurs les Médecins-Capitaines BLANC, BLANCHON
MOURET, PICHAT.

A TOUS NOS CAMARADES DE PROMOTION.

FACULTE MIXTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

PERSONNEL DE LA FACULTE

Doyens Honoraires :

M. J. LEPINE - Membre de l'Institut

M. H. HERMANN - Correspondant de l'Institut

Doyen : M. J.F. CIER

Assesseurs : M. M. LEVRAT
M. L. REVOL

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. PATEL - LEPINE - TRILLAT - MOURIQUAND - GARIN - GATE - MARTIN -
GABRIELLE - SANTY - DUCLOS - GUILLEMINET - HERMANN - ROCHET -
POLLOSSON.

PROFESSEURS

MM. CIBERT	Clinique Urologique
PONTHUS (détaché à Beyrouth)	Physique biologique
DECHAUME	Clinique Neuro-psychiatrique et d'Hygiène mentale
CHAMBON	Chimie organique et toxicologie
PAUPERT-RAVAULT	Clinique médicale B
FROMENT	Clinique et Prophylaxie cardio- vasculaires
CROIZAT	Clinique médicale C
MALLET-GUY	Clinique chirurgicale A
REVOL	Pharmacie galénique
PIGEAUD	Clinique obstétricale
BOURRET	Médecine du travail
LEVRAT	Clinique médicale A
SOHIER	Hygiène et action sanitaire et sociale
NETIEN	Botanique et cryptogamie
BERTRAND	Clinique chirurgicale C
BADI	Chimie analytique pharmaceutique
DREVON	Pharmacie chimique et pharmacologie
ROCHE	Médecine Légale et déontologie
COUDERT	Parasitologie et pathologie exotique

MM. MOUNIER-KUHN

PAUFIQUE
THIERS

BRUN
CREYSSEL

DARGENT
GUICHARD
GIRARD Paul
LATARJET
PEYCELON
GIRARD Marcel
VACHON
GALY
PAPILLON
JEUNE

GONIN
MONNET
BANSSILLON
CHATONNET
GUINET
TRILLAT
FREIDEL
MARION Joseph

DORCHE

DUMONT Louis
PERROT
CIEP J.F.
PERRIN J.

MICHAUD Pierre
MATHIEU
FAUCON
BERTOYE
VINCENT D.
X

X

X

X

Clinique d'Oto-rhino-laryngologie et
d'audio-phonologie
Clinique ophtalmologique
Clinique de dermatologie, syphiligraphie
et allergologie
Clinique de pneumo-phtisiologie
Clinique chirurgicale orthopédique et
traumatologique
Clinique carcinologique
Anatomie pathologique
Pathologie générale et expérimentale
Anatomie
Pathologie chirurgicale
Clinique médicale D
Pathologie médicale
Physio-pathologie des voies respiratoires
Radiologie
Clinique médicale infantile et hygiène
du 1er âge
Thérapeutique
Bactériologie
Physiologie et pathologie obstétricales
Physiologie B
Clinique endocrinologique
Clinique de chirurgie orthopédique
Clinique stomatologique
Clinique de chirurgie et d'orthopédie
infantiles
Matière médicale et législation pharma-
ceutique
Histologie et embryologie
Chimie
Physiologie A
Thérapeutique chirurgicale et chirurgie
opératoire
Clinique de chirurgie cardiaque
Clinique gynécologique
Biologie médicale et pharmacodynamie
Clinique des maladies infectieuses
Biochimie appliquée
Hydrologie thérapeutique, climatologie
et écologie sociale
Chimie biologique et médicale
Clinique médicale infantile
Clinique chirurgicale B

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

MM.	BERGER	Physique nucléaire appliquée à la médecine
	MANSUY	Neuro-chirurgie
	COLLET	Chimie générale et pharmaceutique
	LACROIX	Hygiène et climatologie
	LIARAS	Clinique chirurgicale propédeutique
	LECUIRE	Neuro-chirurgie
	REVOL	Médecine générale
	GOINARD	Thérapeutique chirurgicale
	CIER André	Pharmacie chimique et Pharmacologie
	PONT Maurice	Médecine générale
	TRAEGER	Pathologie métabolique et rénale

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM.	ROMAN	Parasitologie
	FEROLDI	Anatomie pathologique
	MORET	Physique biologique
	ODDOUX	Botanique et cryptogamie
	De SOLLIERS	Chimie analytique
	DESPIERRES	Médecine générale
	GARIN	Parasitologie
	TOLOT	Médecine du travail
	THIVOLET	Hygiène

MAITRES DE CONFERENCES - AGREGES TITULAIRES

MM.	CREYSEL Roger	Chimie biologique
	PINET	Electro-radiologie
	GUYOTAT	Neuro-psychiatrie
	DESCOTES	Chirurgie générale
	JOUVET	Pathologie expérimentale
	PEYRIN	Physique biologique
	TOMMASI	Anatomie pathologique
	BUFFARD	Electro-radiologie
	LEJEUNE	Médecine générale et thérapeutique
	De MOURGUES F.	Stomatologie
	NAUSSAC	Maladies infectieuses
	REBOUILLAT	Chirurgie générale
	ROMAGNY	Pédiatrie
	DELAHAYE	Médecine générale
	DELEUZE	Anesthésiologie
	GIRAUD	Electro-radiologie, diagnostic et thérapeutique

MM. MICHEL	Anesthésiologie
FRANCOIS	Pédiatrie et Puériculture
MICHOULIER	Chirurgie générale
COLOMB	Dermatologie
LAMBERT	Médecine générale
FRIES	Médecine générale
GILLY	Pédiatrie
ROBERT	Médecine générale
BOUCHET	Anatomie
BETHENOD	Pédiatrie
GERMAIN	Immunologie, sérologie, hématologie
KALB	Pneumo-phtisiologie
SOUSTELLE	Chirurgie générale
VIALA	Médecine générale
VINCENT	Bactériologie, parasitologie, virologie
COLIN	Médecine Légale
BERTRAND	Chimie biologique

MAITRES DE CONFERENCES - AGREGES STAGIAIRES

MM. FAVRE-GILLY	Hématologie
GIROD	Histologie et embryologie
GRAS	Chimie biologique
MALLEIN	Chimie analytique
RIFFAT	Hygiène
FLANDROIS	Physiologie
VIALLIER-RAYNARD	Bactériologie
ROLLET	Pharmacie galénique

AGREGES EN EXERCICE

MM. MARION Pierre	Chirurgie générale
BONAMOUR	Ophtalmologie
De MOURGUES Georges	Chirurgie générale
DEVIC	Médecine générale
DUMONT Martial	Obstétrique
DURAND	Urologie
FRANCILLON	Chirurgie générale
SAUBIER	Chirurgie générale
SCHOTT	Neuro-psychiatrie
ALLEGRE	Neuro-chirurgie
CHASSARD	Electro-radiologie
FAYSSE	Orthopédie
GAILLARD	Oto-rhino-laryngologie
GARDE	Médecine générale

HUGONNIER	Ophtalmologie
MARET	Chirurgie générale
MORNEX	Médecine générale
MOUNIER-KUHN	Chirurgie générale
NORMAND	Médecine générale
PERRIN André	Médecine générale
DUMAS	Stomatologie
GARMIER	Obstétrique
NOEL	Médecine générale
SCHNEPP	Orthopédie
NOTTER	Gynécologie obstétricale

Examineurs de la Thèse :

- Président : M. le Professeur BOURRET
- Assesseurs : MM. MOUNIER-KUHN
TOLOT
COLIN

INTRODUCTION

Il est, de nos jours, un lieu commun de parler du bruit et de ses méfaits, tant sur l'appareil auditif que sur les autres fonctions vitales. Pourtant ce fléau des temps modernes n'est pas aussi récent qu'on pourrait bien le penser puisque Juvénal au premier siècle, invectivait déjà les bruits de la Rome antique dont les administrateurs cherchaient des remèdes "aux vibrations que suscitent, dans leur sillage, les chars impétueux."

En 1660, Boileau se lamentait du vacarme provoqué par les carrosses cahotant sur les pavés sonores de Paris. Il écrivait alors :

"Est-ce donc pour veiller qu'on se couche à Paris ?

"Je fais pour reposer un effort inutile

"Ce n'est qu'à prix d'argent qu'on dort en cette ville

"Il faudrait dans l'enclos d'un vaste logement

"Avoir, loin de la rue, un autre appartement."

Hélas, maintenant, même loin de la rue, les appartements silencieux sont rares ; les campagnes les plus reculées ne sont pas à l'abri des avions supersoniques et des poids lourds qui défilent sur la Nationale proche.

Aujourd'hui, le bruit est partout, il est l'inévitable corollaire de toute civilisation fondée sur la mécanique. Les constructions ultra-légères donc très sonores se sont multipliées et l'homme moderne ne sait plus vivre sans le fond sonore qui accompagne tous ses actes. Il suffit de songer que 20 % des malades qui encombre les centres psychiatriques doivent leur disgrâce aux méfaits du bruit. Nous ne compterons pas les nerveux et les cardiaques.

On a trop eu tendance à considérer, jusqu'à ces dernières années, que le bruit faisait partie intégrante de l'industrie et de ses progrès : l'un ne pouvait croître sans l'autre. Il faudra attendre 1955 pour voir se créer une commission d'études et de prévention du bruit. Puis se constitua, en janvier 1958, la Ligue Française contre le bruit, dont les buts se voulaient plus directement préventifs.

Celle-ci déclarait en Mai 1963 au "Congrès International contre le bruit" réuni à Paris : "Si le niveau sonore des grandes villes s'élève encore un peu, nous risquons d'être entraînés dans un monde de folie et de déséquilibre nerveux généralisé".

Le monde, surtout industriel, était alerté. Pourtant, depuis plusieurs années déjà, médecins, physiologistes, sociologues, acousticiens

attiraient l'attention des Pouvoirs Publics sur les dangers du bruit et sur l'urgence que présentent les mesures à prendre pour y remédier. A la vérité, et nous sommes bien obligés de le reconnaître, malgré les méthodes d'examen tant sonométriques qu'audiométriques, les progrès furent toujours très lents : ce sentiment que tous ressentait était traduit par WILLIAMS en 1955 en ces termes :

"Nos connaissances dans le domaine des ondes sonores en sont au point où en étaient en 1925 celles des radiations ionisantes ;"

Ces constatations qui paraissent assez exactes soulèvent forcément en nous une certaine inquiétude pour l'avenir.

Pour apprécier l'actualité du problème du bruit et de sa nocivité nous avons recueilli deux sondages :

- Un test collectif ;
- Un test individuel.

Le premier était lancé lors de l'établissement du programme annuel des études de la Société de Médecine du travail de Lyon, pour l'année 1965 - 1966.

Le bruit était proposé comme sujet d'une des réunions mensuelles de la Société, en concurrence avec deux autres sujets :

- Les accidents du travail et les facteurs humains ;
- Les lombalgies en Médecine du travail.

Sur les quelque cent participants au vote, le bruit a recueilli l'unanimité moins deux voix, en préférence aux deux autres sujets.

Le deuxième test est un questionnaire que nous reproduisons ci-dessous et qui a été adressé à quelque deux cents médecins du travail de la région lyonnaise-Dauphiné-Savoie :

- I - Que pensez-vous de l'importance du problème du bruit ?
 - a) - J'estime qu'elle a été exagérée
 - b) - J'estime qu'elle a été sous-estimée
- II - Vous intéressez-vous au problème du bruit ?
 - a) - Je ne manifeste aucun intérêt pour cette question et ne connais pas le problème au point de vue médical ou médico-légal.
 - b) - Je manifeste de l'intérêt pour cette question, mais je manque d'informations et de documents.
 - c) - J'ai suivi de près la littérature consacrée à cette question.
 - d) - J'ai étudié ou fait étudier la question du bruit et de l'audition dans mon domaine.

III - Le bruit pose-t-il un problème dans les entreprises dont vous vous occupez ?

oui

non

IV - En avez-vous cherché la solution en appréciant les données médicales ?

a) - Par l'analyse du bruit

oui

non

b) - Par l'audiométrie

oui

non

V - Avez-vous vu réaliser une réduction de niveau sonore ?

Exemples - descriptions ad libitum

Le nombre de réponses traduit l'intérêt de ces médecins : en deux semaines, 32 réponses ont été reçues contre 5 ou 6 aux questionnaires identiques concernant d'autres sujets.

Voici ces réponses :

I - Un seul médecin déclare que l'on a surestimé l'importance du problème du bruit, tandis que 31 pensent qu'elle a été sous-estimée.

II - Pour ce qui est de la deuxième question concernant l'intérêt du problème du bruit, 8 médecins ont répondu par l'éventualité b), 16 par l'éventualité c), et 8 par l'éventualité d).

III - 28 médecins sur les 32 ont répondu par l'affirmative à cette troisième question concernant le problème posé par le bruit dans les entreprises.

IV - 20 médecins ont fait des analyses de bruit et 17 des examens audiométriques. Les autres n'en ont jamais fait.

V - Enfin pour cette dernière question, 19 médecins nous ont écrit avoir vu réaliser une réduction de niveaux sonores.

Il apparaît très nettement dans ce sondage que, conscients de l'importance du problème du bruit, la plupart des personnes responsables buttent, se heurtent à ce qui leur paraît comme souhaitable mais irréalisable dans un atelier.

Conscients de ces difficultés, les Pouvoirs Publics n'ont pas fait diligence pour élaborer et surtout promulguer une législation de réparation ; et on les comprend bien.

S'il est juste en effet que tout individu victime d'un préjudice provoqué par le bruit, en soit indemnisé, encore faut-il pouvoir affirmer la relation de cause à effet et l'importance du préjudice ; c'est tout le problème du diagnostic positif, étiologique et différentiel, et de l'appréciation médico-légale du dommage sur le plan social, voire de l'importance de diminution de la capacité de gain. Dans bien des professions cette affectation

provoque une baisse de rendement (préjudice difficile à apprécier).

Le décret du 19 Octobre 1935 reconnaît la surdité par traumatisme sonore comme une maladie professionnelle à déclaration obligatoire, mais non comme maladie donnant droit à réparation. Actuellement le décret du 10 Avril 1963, relatif à la réparation des affections professionnelles provoquées par le bruit, n'a vu qu'une application partielle.

C'est vu sous l'angle de la loi que nous allons reprendre ce problème majeur du bruit. C'est pourquoi nous énoncerons cette loi dans un de nos chapitres. Après avoir donné dans un chapitre de généralités un bref rappel sur la définition du bruit et la physiologie de l'oreille, nous donnerons les techniques de mesures des niveaux sonores et l'exploration de la fonction auditive.

Nous consacrerons un nouveau chapitre aux explorations faites à Lyon et dans sa banlieue : les résultats de ces explorations donneront lieu à des commentaires et interprétations aussi objectifs que possible.

Grâce à la compétence du Docteur RETY, nous avons réalisé de nombreuses enquêtes et exploiter des documents que l'Institut de Médecine du Travail, grâce à son organisation, a rassemblés depuis de nombreuses années.

Nous tenons à remercier la Caisse Primaire de Sécurité Sociale qui a toujours tout mis en oeuvre pour nous permettre d'entreprendre, dans les meilleures conditions matérielles, les enquêtes réalisées et rapportées. Cet état de choses a pu être obtenu grâce à une collaboration commune avec l'Institut de Médecine du Travail.

Nous remercions tous ceux qui nous ont permis de réaliser ce travail.

GENERALITES

A. LES BRUITS INDUSTRIELS

Avant d'entreprendre les techniques de mesures du bruit, il faut savoir quel est l'objet de nos investigations. Le bruit, que l'on a défini comme un phénomène sonore désagréable ou gênant, désigne généralement un ensemble complexe de sons, de fréquence et de durée quelconques : il s'agit d'un assemblage de sons discordants. Quelle que soit la définition qu'on en donne, que les sons soient agréables ou discordants, qu'ils soient audibles ou inaudibles, qu'ils résultent d'impulsions volontaires ou de trépidations involontaires dont les résonances se transforment en bruit, toutes ces manifestations de phénomènes acoustiques présentent les mêmes caractéristiques et obéissent aux mêmes lois.

Le bruit présente des caractéristiques physiques qui sont :

- L'intensité qui se mesure en décibels avec un décibelmètre.
- La fréquence qui s'exprime en Hertz.

I - FREQUENCE

C'est la fréquence qui détermine la hauteur du son, c'est-à-dire qui le rend grave ou aigu.

L'unité utilisée est le Hertz qui équivaut à une période par seconde.

Cette unité de fréquence est indépendante de l'énergie avec laquelle le son a été émis. La sensibilité de l'oreille est liée à la fréquence. elle est en effet, plus grande dans les fréquences moyennes que dans les fréquences élevées et, surtout, que dans les fréquences basses.

II - INTENSITE DU SON

L'intensité du son est fonction de l'amplitude des vibrations.

Les vibrations produites provoquent des variations de pression de l'air environnant. Cette suite ininterrompue de compressions et de décompressions alternatives met l'air en mouvement, transmettant ainsi le son, de proche en proche, de son point d'origine au point de perception par l'oreille humaine.

L'unité de mesure d'intensité sonore est le bel. Mais comme l'oreille peut apprécier des sons beaucoup plus faibles que ceux exprimés par le bel, on utilise plutôt le décibel.

La sensation d'intensité est sensiblement égale au logarithme de l'énergie excitatrice. On définit l'intensité I d'un son d'énergie P par la formule :

$$I - I_0 = \log \frac{P}{P_0}$$

P_0 étant par définition l'énergie donnant une intensité I_0 . Par convention internationale, on prend pour intensité 0 ($I_0 = 0$) celle qui correspond au seuil d'audibilité pour la fréquence 1000 C/S.

On a alors : $P_0 = 10^{-12}$

On définit ainsi une échelle des intensités qui varie suivant la base du logarithme choisi. L'échelle usuelle définit le décibel tel que :

$$1 \text{ décibel} = 10 \log \frac{P}{P - 10^{-12}}$$

Comme P varie à peu près de 10^{-7} à 10^{-4} , les sons audibles s'étendent sur une marge d'environ 130 dbs.

En fait, lorsqu'on approche du champ d'audibilité, la sensation de l'oreille décroît ; à une même énergie ne correspond plus une même sensation d'intensité. FLETCHER et MENSON ont situé des courbes d'égale sensation et les ont numérotées en supposant qu'à la fréquence 1000, la formule logarithmique s'applique intégralement. Les sensations sont alors exprimées en phones ; le phone est donc le bruit estimé par l'oreille comme équivalent à celui d'un son pur de 1000 périodes et d'intensité égale à 1 db. Il s'agit donc d'une unité acoustique subjective puisque l'observateur est supposé écouter alternativement ce bruit, et d'autre part le son de fréquence 1000 Hz émanant d'une source vers laquelle il regarde.

Il compare le son et le bruit et règle l'intensité physique du son de référence de façon à égaliser les impressions sonores qu'il perçoit à l'audition alternative du bruit et du son de référence.

Il semble, en effet, évident que pour deux sons d'égale intensité en décibels, la sensation diffère si les deux sons n'ont pas la même fréquence. Ainsi un son grave peut être acceptable, un son aigu devenir insupportable.

D'autre part, les perceptions auditives varient comme le logarithme des énergies vibratoires et non pas proportionnellement à ces énergies, pour abaisser le niveau d'intensité sonore d'un local, il faudra diminuer la puissance vibratoire suivant des données logarithmiques. C'est ainsi qu'un gain de 5 dbs représentera donc un affaiblissement de puissance considérable pour un son fort, alors qu'il passerait inaperçu pour un son de faible intensité.

III - NOUVELLE ECHELLE DES INTENSITES :

Le SONE

L'analyse spectrale n'a pas supprimé tout désir logique de spécifier un nombre unique et représentatif de notre sensation sonore. Car ce désir répond aux aspirations profondes de notre esprit à la fois normalisateur et simplificateur.

On a donc cherché à construire une nouvelle échelle des intensités sonores subjectives : le SONE, basé non plus sur la notion d'égale sensation, mais sur des procédés plus directs, plus intuitifs, moins éloignés, estimait-on, de ceux par lesquels la nature nous a enseigné la graduation des sons.

Cette détermination était faite de diverses manières par exemple en mesurant les niveaux d'intensité physiques correspondant à des sensations progressives variant suivant des puissances de 2 ou de 10.

C'est un auteur américain STEVENS de l'Université de Harvard qui a montré que la sonie ou intensité acoustique subjective mesurée en phones, sous la forme de niveau d'isosonie, pouvait se calculer sur la base de la notation en sonos et en partant des résultats de l'analyse spectrale.

Cette théorie de Stevens, pour intéressante qu'elle soit, ne peut être longuement développée ici et doit être étudiée encore dans les publications originales, mais il semble qu'elle établisse dès maintenant une corrélation très satisfaisante entre le résultat objectif de l'analyse spectrale et l'évaluation globale de l'intensité acoustique subjective et de la sonie mesurée en phones. En fait, l'application de cette théorie fournit des informations d'ores et déjà souvent utilisées dans la pratique.

D'autres auteurs, tels que Köhler en Allemagne, ont également étudié d'autres méthodes pour prédéterminer l'appréciation subjective des bruits ou leur degré de nuisance.

Nous nous limitons à cette simple mention, pour nous en tenir aux notions actuellement normalisées et d'une application pratique simple.

Il n'est pas utile, dans cet exposé, d'insister davantage sur ces notions qui demeurent encore, pour le moment, du ressort des ingénieurs spécialisés et qui ne sont mentionnées que pour indiquer les difficultés de la mesure acoustique, quand on veut lui donner un sens précis et rigoureux, et pour montrer aussi les propriétés très remarquables de l'oreille sous le rapport de la variation de sa sensibilité, de son appréciation de la "merce" des sons avec l'intensité et la fréquence.

IV - LIMITES ACCEPTABLES DES BRUITS INDUSTRIELS.

Nous allons reproduire la note documentaire n° 4 de la CIS de Décembre 1961, concernant ces limites.

INTRODUCTION

La Commission technique d'étude du bruit du Ministère français de la Santé publique, qui comprend des représentants de l'Institut national de Sécurité de France, s'est préoccupée depuis sa création de la protection contre les bruits à caractère industriel et de la détermination des limites acceptables de bruits dans ce domaine.

En mars 1961, la Commission a retenu une courbe de niveau de bruit en fonction des fréquences, donnant les valeurs qu'il conviendrait de ne pas dépasser pour une exposition à un bruit complexe pendant une durée de huit heures, ces valeurs étant considérées comme non lésionnelles pour une oreille normale. La Commission a donné à l'Institut national de Sécurité l'autorisation de diffuser, à titre d'information, la courbe qu'elle avait retenue.

TRAVAUX PRELIMINAIRES.

La Commission s'est attachée à comparer les résultats des travaux effectués dans ce domaine, tant en France que dans d'autres pays.

Ces comparaisons ont porté sur les éléments suivants :

- a) les niveaux admissibles du bruit industriel pour les bruits de différentes classes, extraits des normes et règles sanitaires provisoires sur la limitation industrielle du bruit publiées par le Ministère de la Santé de l'U.R.S.S. ;
- b) les courbes publiées par divers auteurs de travaux américains, en particulier par la Société Bolt, Beranek et Newman (BBN), et que l'Aéronautique des Etats-Unis est sur le point d'adopter ;
- c) les courbes d'égale nuisance pour l'homme publiées par des auteurs allemands et utilisées en particulier dans les mines de Westphalie ;
- d) les courbes "critères du traumatisme sonore, maximum d'exposition au risque", publiées par des auteurs français.

Ces comparaisons ont permis de tirer les enseignements suivants :

- 1) La limite de bruit admissible à retenir ne peut être définie par un seul nombre donnant une intensité globale, mais doit être définie par une courbe représentative d'un spectre de bruit ;

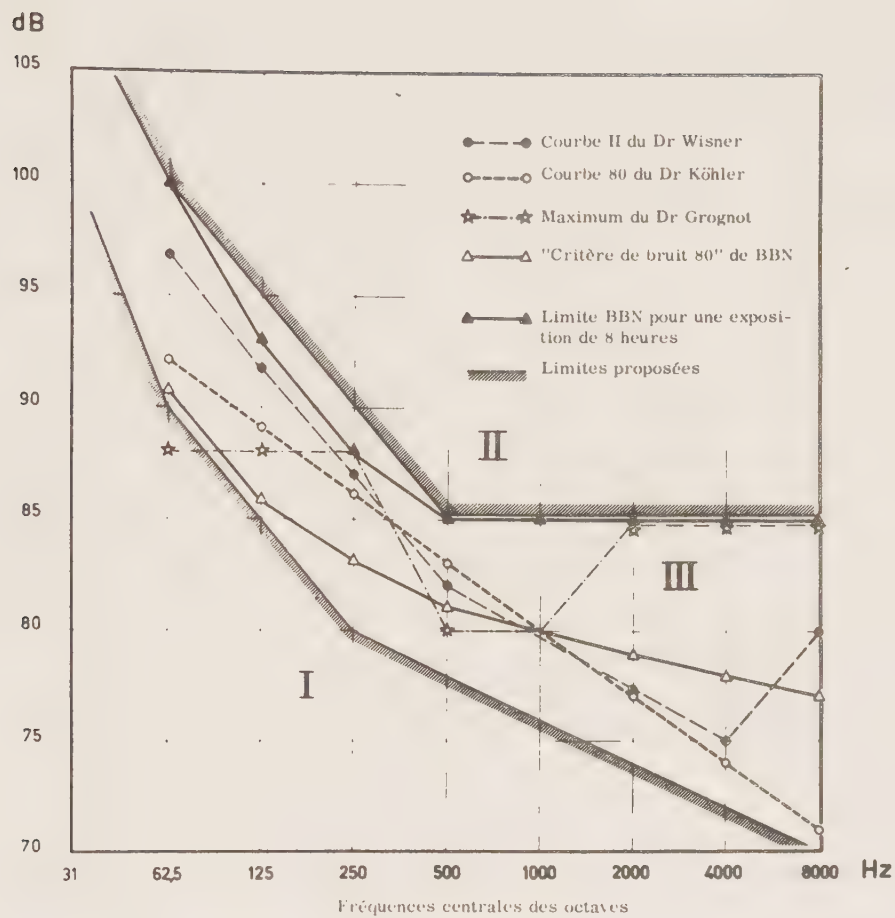


Fig. 1 — Comparaison de diverses courbes représentant le niveau maximum des bruits supportables, analysés par octaves

- 2) les courbes proposées par les différents auteurs sont toutes comprises entre les limites précisées sur la figure 1 ci-après.

Ces limites définissent trois zones :

- a) la zone (I) située au-dessous de la courbe la plus basse, c'est-à-dire au-dessous des valeurs données par les auteurs les plus pessimistes. Les niveaux compris dans cette zone peuvent être considérés comme non dangereux sinon comme non gênants ;
- b) la zone (II) située au-dessus de la courbe la plus élevée, zone réputée dangereuse par tous les auteurs ;
- c) la zone (III) comprise entre ces deux courbes, zone où il y a présomption de danger.

DECISION DE LA COMMISSION

Après avoir examiné de manière approfondie ces divers éléments, la Commission d'étude du bruit a adopté la courbe représentative d'un spectre de bruit donnée par la figure 1. Cette courbe, qui se situe sensiblement dans l'axe de la zone intermédiaire de la figure 1, a été déterminée à partir de considérations d'ordre physiologique. Elle correspond aux connaissances actuelles dans ce domaine.

Cette courbe devrait être utilisée conjointement avec les résultats des mesures effectuées à l'aide d'un sonomètre analyseur portatif tel que celui qui a été mis au point par l'Institut national de Sécurité.

Les limites proposées devraient constituer un objectif utile pour tous ceux qui se préoccupent de lutter contre un facteur d'ambiance qui peut se révéler particulièrement nocif dans l'industrie lorsqu'il atteint des intensités élevées.

Les niveaux admissibles définis par les normes de l'U.R.S.S. basés sur un autre mode de représentation, ne peuvent être portés graphiquement sur cette figure. Toutefois, les comparaisons faites sur des exemples précis permettent d'affirmer que ces valeurs correspondent dans l'ensemble à celles des autres courbes de la figure 1.

B. PHYSIOLOGIE DE L'OREILLE.

Nous avons vu que les sources sonores produisent des vibrations. Ces dernières vont alors pénétrer dans l'oreille en produisant de légers changements de la pression de l'air dans le conduit auditif, faisant ainsi vibrer le tympan, qui transmettra les mouvements enregistrés à la fenêtre ovale par l'intermédiaire de la chaîne des osselets de l'oreille moyenne,

Le milieu liquide de l'oreille interne est alors mis en branle et excite les fibres terminales du nerf auditif. Les vibrations transformées en influx nerveux parviennent aux centres corticaux situés au niveau de la première circonvolution temporale.

Essayons de comprendre le rôle des diverses parties de l'oreille dans la physiologie de l'audition.

Le pavillon a un rôle à peu près nul dans l'audition ; un sujet dont le pavillon est coupé n'entend guère plus mal qu'un sujet normal. Son rôle de renforçateur de l'intensité de l'onde placée dans l'axe direct d'émission est donc à discuter.

Le conduit auditif externe est un résonateur de fréquence propre voisine de 3000 Hz mais cette résonance est peu marquée.

Le tympan a un rôle physiologique évident : c'est l'équivalent de la membrane du microphone.

L'oreille moyenne est un transformateur de pression qui assure à la fois une modification de 30 db en augmentation ou en diminution.

On peut comparer la chaîne des osselets à un transformateur d'impédance. Les vibrations aériennes rencontrent le tympan, organe de faible impédance dont les mouvements sont amples en cas de stimulation forte.

L'oreille interne est remplie de liquide et constitue un système de forte impédance dont la mise en mouvement demande une énergie non négligeable. L'énergie appliquée aux 5 mm² de la surface utile du tympan est concentrée sur les 3,2 mm² de la surface de la fenêtre ovale.

Les muscles du marteau et de l'étrier se contractent de façon réflexe sous l'effet des sons intenses. Si l'impédance d'entrée du système s'élève, la transmission ossiculaire se fait dans des conditions moins favorables. L'oreille interne est ainsi protégée contre les sons trop intenses.

Le temps de réaction du muscle protecteur de l'oreille n'est pas négligeable, cela explique pourquoi les sons brutalement intenses sont les plus dangereux.

L'oreille interne est de structure complexe. Le rocher est creusé du labyrinthe osseux, renfermant le labyrinthe membraneux, formé de l'utricule et du saccule, réunis par le canal endolymphatique situé dans le vestibule du labyrinthe osseux.

Du saccule part le canal cochléaire logé dans le limaçon, tube osseux enroulé en trois tours de spires et divisé en deux rampes par la lame spirale osseuse puis membraneuse (membrane basillaire). C'est sur cette lame qu'est placé le canal cochléaire, organe principal de l'audition. L'organe sensoriel lui-même ou organe de Corti repose sur la paroi inférieure du canal cochléaire. Cet organe de Corti comporte essentiellement les cellules auditives ou cellules ciliées qui possèdent un système de suspension complexe. Il existe quatre rangées de cellules auditives externes et une rangée de cellules auditives internes. On compte environ 24 000 cellules ciliées dans une oreille.

Les vibrations liquidiennes d'origine sonore déforment la rampe cochléaire. Au cours de cette déformation, les cellules auditives sont animées d'un mouvement de translation les unes par rapport aux autres. Il se produit alors un cisaillement à l'intérieur des cellules auditives. Simultanément à cette déformation, on pourrait recueillir, entre une électrode placée au voisinage de la rampe cochléaire et une électrode indifférente, une différence de potentiel de l'ordre du millivolt.

Les vibrations qui produisent les sons graves excitent les cellules ciliées du sommet de la rampe cochléaire, celles qui engendrent les sons aigus excitent les cellules de base. Ces constatations sont importantes dans l'interprétation des phénomènes de discrimination, de masque et de traumatisme sonore.

La transmission des vibrations dans le conduit auditif ne se fait pas seulement par voie aérienne, mais aussi par voie osseuse proche ou éloignée de l'oreille. Il s'agit alors d'appliquer directement la source vibratoire sur la partie du squelette choisie.

Le passage direct du son de l'air à la voie osseuse est minime : il faut en effet une quantité d'énergie énorme pour réaliser ce transport sans contact avec l'os.

C. REPERCUSSIONS AUDITIVES DES TRAUMATISMES SONORES.

Un son, aussi intense et douloureux qu'il soit, ne lèse que les cellules auditives de l'oreille interne. La rupture du tympan par un bruit brutal, heureusement fort rare, n'a lieu que lors d'un changement brutal de pression aérienne.

Dans le coup de canon, c'est le souffle et non le bruit qui produit la rupture du tympan.

On décrit cliniquement trois phases cliniques à la surdité professionnelle :

1 - Période de début : la fatigue auditive.

Après une exposition de plusieurs heures à un bruit intense, on peut déceler chez les sujets exposés, une perte d'audition de 14 %.

Cette perte se réduit progressivement dans les heures qui suivent pour disparaître complètement. L'atteinte prédomine sur les hautes fréquences.

2 - Période de constitution : la surdité audiométrique.

Si l'exposition au bruit est plus importante, l'audiogramme révèle une atteinte dans la bande d'octave 3000 - 6000 Hz, mais l'audition pratique n'est pas sensiblement atteinte, seuls les sons aigus sont moins bien perçus.

La perte d'audition peut alors atteindre 23 % mais elle commence à devenir grave car elle mord le spectre de la parole.

3 - Période finale : la surdité infirmité.

La voix n'est plus perçue même si l'interlocuteur parle fort. La perte (de 60 à 80 %) atteint toutes les fréquences du spectre du langage.

En même temps, le sujet se plaint d'entendre des bruits subjectifs, les "acouphènes" : bourdonnements, sifflements.

Cette surdité ne réagit à aucun traitement car elle est le témoin de la destruction des cellules auditives; c'est donc la perception qui est atteinte et non plus la transmission ; c'est pourquoi les prothèses auditives ne compensent cette surdité qu'avec beaucoup de difficulté.

4 - Evolution de la surdité.

Pour une même exposition au bruit, l'atteinte des différents sujets est très variable. Après 30 ans de travail, 80 % des chaudronniers sont sourds, mais 20 % restent indemnes.

Il existe probablement une susceptibilité au bruit, comme il en existe une aux infections ou aux poisons.

On a tenté d'attribuer un rôle aggravant à l'âge, aux infections ou aux maladies dégénératives de l'oreille. On a essayé d'élaborer des tests de fatigue auditive avant l'embauchage ; aucun résultat n'a permis de donner des recommandations pour la sélection des sujets destinés à travailler dans le bruit.

D. REPERCUSSIONS EXTRA-AUDITIVES DES TRAUMATISMES SONORES

La fatigue nerveuse, maladie qui se veut caractéristique du monde moderne, trouve une étiologie toute indiquée dans le bruit.

En fait rien d'incontestable ne vient le confirmer. Il est déjà difficile de définir la fatigue nerveuse, disons simplement qu'elle survient à la suite d'un excès de stimulations externes d'une trop grande activité intellectuelle, de préoccupations morales, or dans ce domaine, la susceptibilité personnelle de chaque individu joue un rôle considérable.

On a pu enregistrer des modifications organiques diverses sous l'effet du bruit : rythme cardiaque, résistance cutanée, hypertension artérielle etc...

Un certain nombre de travaux ont aussi montré l'influence des bruits sur le rendement du travail. Les résultats n'ont pas toujours été probants, mais par contre, l'influence du bruit sur le nombre et la gravité des accidents demeure incontestable.

Enfin, outre le rendement et les accidents du travail, les relations humaines dans la vie sociale sont modifiées par les bruits.

L'instabilité mentale, la perte de mémoire, les aberrations sont des signes fréquents dans une ambiance bruyante. On assiste à un comportement anormal de dépression ou d'excitation.

D'ailleurs le bruit devient vite une habitude redoutable comme le fait une drogue excitante : il suffit de noter que les sujets les plus maltraités par le bruit dans leur travail utilisent chez eux leur appareil de radio avec continuité et grande intensité.

Dès le décret du 19 Octobre 1935 concernant la déclaration obligatoire des maladies ayant un caractère professionnel, abrogé depuis par le décret du 3 Août 1963, le législateur s'est préoccupé des surdités dues au bruit, mais, comme nous l'avons dit dans l'introduction, sans en faire une maladie donnant droit à réparation. On ne s'était intéressé alors qu'aux "chaudronniers, aux riveurs et aux batteurs de cuir". Hélas cette obligation légale fut loin d'être toujours appliquée et il faut probablement y voir une des raisons qui font que les mesures pour allouer la réparation étaient encore à réaliser dans la pratique.

Aujourd'hui, le législateur a retenu que pour bénéficier d'une réparation spéciale il faut : d'une part, que le travailleur ait été exposé habituellement à un risque déterminé et d'autre part, que les troubles pathologiques qu'il présente soient définis dans une liste de maladies présumées professionnelles.

Ces définitions sont, pour le régime général de la Sécurité Sociale, données dans des tableaux. Ces tableaux étaient au nombre de 41 suivant le décret du 31 Décembre 1946. Mais depuis le décret n° 63-405 du 10 avril 1963, ils sont maintenant au nombre de 42 ; le 42ème tableau étant consacré aux affections professionnelles provoquées par le bruit.

Nous allons reproduire intégralement ce 42ème tableau afin de s'y référer en toutes circonstances.

42ème Affections professionnelles provoquées par les bruits.

Délai de prise en charge : trois mois (sous réserve d'une durée d'exposition au risque de deux ans réduite à 30 jours en ce qui concerne la mise au point des propulseurs, réacteurs et moteurs à piston).

Désignation des maladies :

- Déficit audiométrique, bilatéral par lésion cochléaire, irréversible et ne s'aggravant plus après la cessation de l'exposition au risque.
- Le diagnostic sera confirmé par une nouvelle audiométrie effectuée de six mois à un an après la cessation de l'exposition aux bruits lésionnels. Cette audiométrie doit être tonale et vocale et faire apparaître au minimum sur la meilleure oreille un déficit moyen de 35 décibels calculé sur les trois fréquences conversationnelles : 500, 1 000, et 2 000 hertz. Dans le calcul de cette moyenne le déficit sur la fréquence médiane sera assorti d'une valeur double.

Travaux susceptibles de provoquer ces maladies.

Travaux exposant aux bruits provoqués par :

- L'emboutissage, l'estampage, le martelage, le rivetage des métaux par percussion.
- Le tissage sur métiers à navette battante.
- La mise au point des propulseurs, des réacteurs et des moteurs à piston.

Ce texte officiel montre clairement qu'il faudra apporter la preuve ou du moins des arguments suffisants que la lésion s'est produite par le fait ou à l'occasion du travail ; cette preuve doit être précisée quant au temps et quant au lieu.

Si on se trouve devant un déficit audiométrique prévu par ce 42ème tableau, il n'est pas question de responsabilité totale, partagée ou indirecte. Si la responsabilité du travail existe, elle doit être acceptée totalement, dans toutes les conséquences de la maladie considérée.

Il n'est pas question de tenir compte de l'âge par exemple. Dans l'esprit de la loi l'âge n'intervient que pour une part réduite et tardive dans les hypoacusies professionnelles. Même en admettant que les surdités professionnelles soient majorées par l'âge, il faut souligner en effet que le reclassement est d'autant plus difficile que le travailleur est plus âgé. Or, l'article 453 du code de la Sécurité Sociale prévoit que l'IPP doit être fixée "d'après la nature de l'infirmité, l'état général, l'âge, les facultés mentales et physiques ainsi que d'après ses aptitudes et sa qualification professionnelle, compte tenu du barème établi".

En première remarque, on note que l'appréciation de l'invalidité auditive est très variable selon les pays. L'IPP pour surdité totale bilatérale va de 20 % (dans certains états des U.S.A.) à 100 % en passant par tous les intermédiaires : 30 % au Canada, 40 % en Finlande, 50 % en Suisse et en Suède.

Apportons encore quelques explications complémentaires au 42ème tableau qui, sévèrement réglementé, en permettra une application plus rationnelle et plus judicieuse :

- L'Hypoacousie professionnelle ne doit pas donner lieu au paiement par les organismes de Sécurité Sociale intéressés, des indemnités et prestations de l'incapacité temporaire.

En l'état actuel de nos connaissances, cette affection n'est justifiable d'aucun traitement médical ou chirurgical ; l'appareillage est inefficace (il s'agit en effet d'une surdité cochléaire). L'ouvrier bénéficiaire d'une pension pour surdité professionnelle doit pouvoir reprendre un emploi mentionné au tableau. La Caisse de Sécurité Sociale sera alors avisée par l'intéressé dans le mois qui suivra le début de la nouvelle exposition au risque.

- La rente ne doit être allouée qu'au travailleur qui n'est plus exposé au risque de surdité professionnelle défini au tableau. S'il y a nouvelle exposition au risque, dans les conditions définies au paragraphe ci-dessus, l'IPP serait suspendue pendant la durée de celle-ci.

Le tableau ainsi appliqué veut permettre de limiter la réparation des surdités professionnelles aux professions réalisant une ambiance pathogène et de prendre en charge le déficit social qu'elles entraînent.

On peut pourtant constater que ce tableau présente encore des lacunes : on ne tient pas compte des fréquences supérieures à 2 000 pour le calcul du déficit moyen portant sur la meilleure oreille. D'autre part, les professions citées dans ce 42ème tableau sont loin d'être hélas les seules à engendrer du bruit éventuellement indemnisable : il existe dans le tableau une liste limitative des professions. Nous pensons que pourraient y être inclus pour la métallurgie, la formule : "tous les travaux par percussion sur du métal, capables d'engendrer des bruits d'impact".

Nous venons de voir les particularités essentielles de la loi française, voyons succinctement celles présentées par quelques lois étrangères :

- En Allemagne, la surdité et l'hypoacousie grave causées par les bruits sont obligatoirement réparées. En sont bénéficiaires :

- Les ouvriers Métallurgistes
- Les tisseurs
- Les mécaniciens au bans d'essai des moteurs.

L'hypoacousie doit être au moins telle que l'oreille la moins sourde n'entende pas la voix haute au delà de 0,25 m. La présence à un des emplois sus-nommés doit être de longue durée (le nombre d'années n'est pas spécifié).

- En Italie, le décret du 15 novembre 1952 mentionne dans l'article 38, les "surdités dues au bruit" dans les conditions suivantes :

- a) Travaux de chaudronnerie
- b) Rebatteurs de clous à grosse tête
- c) Perceurs de tôles avec poinçon
- d) Mécaniciens des moteurs d'autos, d'avions etc...
- e) Producteurs de poudres métalliques par marteaux à estamper
- f) Pilotes d'avions
- g) Cloutiers
- h) Tisseurs

Les auteurs italiens ont synthétisé les caractères chimiques de la surdité professionnelle comme suit :

- a) Evolution lente, progressive
- b) Intégrité de l'oreille moyenne

- c) Présence exceptionnelle de symptômes vestibulaires
- d) Baisse d'audition limitée aux fréquences entre 2 000 et 6 000 Hz avec une bonne conservation d'audition pour les fréquences basses et les fréquences très hautes.
- e) Indice vocal très petit.

- En U.R.S.S., on indemnise les tisseurs, les chaudronniers, les forgerons et les cloutiers ayant des lésions de l'appareil auditif. Les pensions perçues par les employés invalides dépendent de la perte de capacité de travail.

Nous nous attarderons davantage sur la législation des U.S.A. car c'est le pays qui s'intéressa le plus tôt au problème du bruit.

En fait, comme le souligne Mr Noël S. SYMONS à Buffalo en 1952, il n'existe pas une seule loi mais une législation particulière pour les 47 états des U.S.A. d'ailleurs différemment interprétée par les tribunaux de ces états, ce qui souligne bien la complexité du problème.

La première loi concernant la réparation des maladies professionnelles dues au bruit parut à New-York en 1910. En 1913, il fut stipulé que cette réparation serait à la charge de l'employeur : il n'était encore question que des traumatismes accidentels.

En 1922, la loi prévoyait une réparation correspondant à 100 semaines de travail pour une surdité totale des deux oreilles. Cette réparation était portée à 17 semaines de travail pour une surdité portant sur une seule oreille. Le prix maximum de la semaine était fixé à l'avance, quelque soit l'emploi de l'accidenté.

A partir de 1938, la Cour d'appel s'intéressa aux pertes partielles de l'acuité auditive, à condition qu'il n'y ait eu aucun arrêt de travail et aucun antécédent pathologique sur le plan auditif.

Comme en France, on ne prend en considération que le déficit constaté à l'audiogramme sur les fréquences 500, 1 000 et 2 000 Hz. On fera ensuite les moyennes en décibels des seuils d'audition sur les fréquences 500, 1 000 et 2 000 pour la détermination de l'indemnité.

Une moyenne des pertes inférieure ou égale à 15 Db n'est pas considérée comme une incapacité susceptible de dédommagement. Une perte égale ou au-dessus de 82 Db donnera lieu à une incapacité de 100 %.

Il est à signaler que l'on déduit un-demi décibel pour chaque année d'âge de l'employé au delà de 40 ans, au moment de son exposition aux bruits industriels. Aucune demande d'indemnité ne peut être acceptée avant une période de 6 mois après la date à laquelle l'employé a cessé d'être

exposé aux bruits industriels dans la dernière entreprise où existent de tels bruits nocifs et la date qui termine la dite période sera considérée comme étant celle de l'incapacité.

Or, pour cette législation, on se heurte aux mêmes difficultés qu'avec la législation française et nous nous permettons ces quelques remarques sur des points critiques.

- Le déficit audiométrique, nous dit-on, ne doit pas s'aggraver après cessation de l'exposition au risque. Or, la presbyacousie n'est-elle pas en elle-même un facteur d'aggravation qui mérite d'être pris en considération en dehors de toute exposition au bruit ? Le demi-décibel accordé par année d'âge au-dessus de 40 ans aux U.S.A. est en fait bien arbitraire.

Le Docteur Halowell DAVIS souligne que la perte de l'acuité auditive due à l'âge est identique à celle engendrée par le bruit et qu'il n'existe pas de signe permettant le diagnostic différentiel.

Il faudrait en outre connaître le degré de surdité à l'embauche, puis examiner périodiquement l'employé pour détecter une éventuelle surdité en évolution. Or la loi française ne fait aucunement mention de ces examens.

- La demande d'une confirmation du diagnostic par une audiométrie effectuée 6 mois à un an après la cessation de l'exposition aux bruits soulève des difficultés. En effet, la loi ne prévoit rien entre la cessation du travail et l'examen audiométrique. Le sujet suspecté doit-il être reclassé à un poste moins bruyant mais probablement moins rémunéré ? Une indemnité est-elle prévue pour compenser cette diminution momentanée de salaire ? Hélas, rien de tel. Les ouvriers hésitent donc à se faire examiner et on les comprend : c'est probablement une des raisons pour laquelle on n'enregistre pas de demande de réparation médico-légale.

Pour corroborer ces impressions sur la loi, nous sommes allés nous renseigner auprès de la Caisse de Sécurité Sociale. Deux ans après la promulgation de la loi, il n'a été enregistré en 1963 auprès du Service de Prévention de cette Caisse que deux déclarations de surdités indemnisables pour la région Rhône-Alpes en deux ans. Est-ce à dire que sur une population de près d'un million de travailleurs, deux seulement soient atteints irréversiblement et profondément par le traumatisme sonore ? Ou est-ce que les difficultés que nous avons énumérées limitent l'application du 42ème tableau ?

Du fait du manque de recul que nous avons vis-à-vis de la promulgation de ce 42ème tableau, il faudra pourtant attendre encore quelques années avant d'avoir une vue plus objective de ces résultats.

A) - MESURES DES NIVEAUX SONORES

Pour mesurer un bruit, il faut procéder avec précaution, car il ne faut pas oublier que le bruit varie souvent dans le temps, dans l'espace et en structure.

Il ne faut pas hésiter à multiplier les points de mesure et à répéter les relevés. Il faut aussi dire que la mesure au sonomètre, tel qu'il est conçu et réalisé actuellement, donne une valeur précieuse mais de caractère plutôt indicatif, qu'il est désirable de compléter toutes les fois que la chose est possible par une analyse spectrale, car celle-ci conserve toujours un caractère physique et objectif indiscutable qui permet de faire des calculs et d'établir des projets d'insonorisation.

Lorsqu'on se livre à une prospection du bruit dans un établissement industriel, il faut savoir, comme le souligne le Pr RAYMOND, que "tout ce qui tourne, tout ce qui cogne, tout ce qui frappe, tout ce qui coule produit du bruit". Ce bruit est rarement agréable à l'oreille et en général peu harmonieux. Il est parfois dangereux et amène des troubles auditifs.

Le premier travail à effectuer consiste donc à discriminer ces différents bruits afin de respecter ceux qui sont utiles et supprimer ceux qui constituent le vacarme : il faut faire un bilan sonore de l'usine en question.

Il faut établir une topographie sonore, c'est-à-dire quadriller chaque zone de l'usine de façon à délimiter des zones caractéristiques. Dans chacune de ces zones sont effectuées des mesures globales du bruit ainsi que les analyses spectrales.

Les niveaux d'intensité globale ne sont pas instructifs, ceux qui ont trait au niveau sonore dans les bandes de fréquence le sont davantage. L'ensemble montre que le bruit d'ambiance est un bruit composite, résultant de tous les bruits qui se produisent dans une usine. Dans un deuxième temps, on recherchera chaque source de bruit en mettant le sonomètre au contact de la machine puis à une certaine distance pour se rendre compte des conditions de propagation.

L'analyse des bruits dans une usine est une opération particulièrement longue et minutieuse. Elle nécessite une mesure de l'intensité globale et un spectre sonore en chaque point, car la nocivité ou la gêne qu'entraînent les bruits dépendent non seulement de leur intensité globale, du temps d'exposition à ces bruits, mais également de leur nature.

La fidélité de la mesure dépend des caractéristiques du sonomètre utilisé. Dans l'étude rapportée ici, le sonomètre est de fabrication Danoise, de marque BRUEL et KJAER. Il a remplacé le sonomètre L.R.C.E. que nous avons utilisé au début.

Il s'agit d'un appareil d'une grande précision, compte tenu qu'il est portatif, pour la mesure des niveaux sonores. Utilisé avec un filtre conçu à cet effet, il peut être transformé en analyseur de fréquence aussi facile à transporter qu'à faire fonctionner. Il est composé des éléments suivants :

- Un microphone condenseur d'une haute exactitude et d'une grande stabilité dans le temps. Des soins tout particuliers ont été pris pour le rendre insensible aux variations de conditions ambiantes telles que température, humidité, pression atmosphérique etc... La bande passante de ce microphone omnidirectionnel et électro-dynamique s'étend de 20 à 18 000 périodes/seconde à ± 2 db. La dynamique couvre de 10 à 130 db. La directivité est à peu près nulle jusqu'à 12 000 Hz.

- Une cathode a pour but de créer un voltage de suppléance pour le microphone, dont elle minimise ainsi au maximum les pertes de sensibilité. Cette cathode garantit une impédance d'entrée fixe de 300 Mohms et une sortie de 250 Mohms. On obtient ainsi dans le circuit un voltage stable de 0,63 Volt à une fréquence de 1 à 2 Mc/s.

- Un système d'amplification linéaire à 3 paliers (dont deux contiennent 4 transistors et le troisième 3 transistors) assure une amplification totale de 110 db.

Ce système est conçu de façon telle qu'il peut être utilisé aux conditions de température extrême de -10° à 70° C.

- Des circuits stabilisateurs assurent un maximum de distorsion de 0,5 %.

- En cas de piles usées, un autre circuit stabilisateur est mis en oeuvre pour suppléer à la baisse de voltage. L'emploi de trois piles au mercure de 1,5 Volts chacune, donne une intensité circulante de 165 MA.

- L'originalité de cet appareil réside dans l'existence du filtre à bandes d'octave qu'on peut adjoindre au sonomètre et qui en fait un appareil complet.

Les filtres passe-bande sont au nombre de 11, répartis comme suit : 31,5 - 63 - 125 - 250 - 500 - 1 000 - 2 000 - 4 000 - 8 000 - 16 000 - 31 500 cycles/seconde.

La fréquence totale couverte par ce filtre va de 22 c/s à 4 500 c/s et sa réponse est étendue à $\pm 0,5$ db. Il existe, bien sûr, une position du

sélecteur pour chaque filtre et une position linéaire pour laquelle les filtres passe-bande sont court-circuités.

D'autre part, un potentiomètre couplé à chaque filtre permet de passer de 0 à 50 db pour chacune des bandes passantes. Le voltage maximum d'entrée qui peut être appliqué aux filtres sans distorsion notable est approximativement de 1 Volt.

Il est à noter que cet appareil ne subit pas l'action des champs magnétiques pourvu que le microphone soit recouvert de sa grille protectrice.

Les dimensions réduites de cet appareil (31 cm de hauteur, 12 cm de largeur, 9 cm de profondeur) son poids minime (2,7 kg) en font un appareil pratique qu'on peut transporter sur tous les chantiers, au fond des mines et tous lieux de travail.

La grandeur et l'indication qualitative ne suffisent pas, il faut compléter l'indication globale des sonomètres par des renseignements analytiques, nous voulons dire par l'analyse spectrale. Celle-ci nous donne l'intensité de chacune des fréquences constitutives du bruit et nous renseigne sur l'action que les bruits sont susceptibles d'avoir.

Les spectromètres ou analyseurs de fréquence, sont des appareils qui permettent de tracer sur un écran lumineux, sur une photographie, une courbe dont les abscisses sont précisément les fréquences et les ordonnées les intensités physiques correspondant aux abscisses et exprimées en décibels.

L'analyse spectrale consiste donc à rechercher, dans les courants de forme complexe mais stable correspondant au son capté par le microphone du sonomètre, toutes les composantes qui le constituent, ou, du moins, leur distribution dans des bandes de fréquence ayant une largeur donnée : cette largeur est évaluée en intervalles musicaux, le plus souvent fixés à une octave, une demi-octave ou un tiers d'octave. Si le son varie d'un instant à l'autre, il est commode de relever sa valeur moyenne dans le temps pour chaque bande de fréquence.

L'analyse spectrale est, non seulement intéressante pour les renseignements qu'elle fournit sur la structure des sons complexes et des bruits, sur les composantes les plus gênantes et les moyens de les localiser et d'en réduire l'intensité, mais aussi par la possibilité qu'elle offre et que STEVENS a mis en évidence, lorsqu'elle est exécutée par bande de fréquence, de calculer l'intensité acoustique subjective d'un son.

Il existe un autre procédé d'analyse spectrale des sons : ce dernier consiste à prélever au magnétophone les bruits à étudier. On exige

de ce magnétophone un pleurage très faible (ce qui est le plus difficile à obtenir), une bande passante linéaire de 80 à 80 000 HERTZ et une distorsion très faible.

Les enregistrements de bruits sont ensuite analysés au laboratoire grâce au sona-graph. Le sona-graph est un appareil enregistreur, analyseur, décomposant les signaux acoustiques en fréquences constituantes. Cet appareil enregistreur comporte un tore et un disque.

L'appareil enregistre une durée de 2 secondes 4 de bruit qui sont ensuite analysés par un filtre variable passe-bande, soit à 45 cycles (NARROW) soit à 300 cycles (WIDE).

Le filtre se déplace dans tout le champ fréquentiel suivant la hauteur d'un stylet entraîné par une vis sans fin. Le stylet appuie sur un papier conducteur fixé à un tambour solidaire du tore. Lorsqu'il y a une énergie acoustique dans la zone filtrée, il se produit une étincelle entre le stylet et le tambour qui brûle le papier.

Il enregistre une certaine durée de phénomènes acoustiques que l'on peut étudier selon quatre modes différents. Les trois paramètres acoustiques : intensité, fréquence et temps peuvent être pris deux à deux : on obtient donc sur les différents graphiques les renseignements suivants :

- Courbe de l'intensité dans le temps faisant apparaître le rythme et la structure de bruit et l'importance des différentes structures de ce bruit.

- L'analyse de fréquence dans le temps par filtrage étroit, apporte des renseignements sur l'étendue du réseau d'harmoniques et sur les variations de hauteur du son fondamental. Elle montre également les zones de renforcement des bruits pour les bruits sourds.

- La même analyse utilisée avec un filtrage large (passe-bande 300 cycles) donne une image beaucoup plus précise des résonnateurs. En effet, ce mode de filtrage permet de montrer l'enveloppe du phénomène. Or cette enveloppe correspond au résonnateur donc plus précisément à la structure des bruits.

- Le dernier mode d'analyse s'adresse aux paramètres intensité et fréquence c'est-à-dire au spectre du bruit émis au moment choisi par l'opérateur. Les sections ainsi obtenues peuvent être dépouillées par filtrage étroit et l'on obtient l'intensité respective des harmoniques à un instant donné, soit par filtrage large et l'on obtient l'enveloppe du spectre précédent. Un tel appareil existe à LYON, au laboratoire d'audiophonologie du Dr J.C. LAFON à la clinique ORL de Mr le Pr. MOUNIER-KUHN et leurs études complètent celles du Dr RETY, responsable de l'étude des Bruits à l'Institut de Médecine du Travail de LYON (Pr BOURRET).

Ces différentes analyses s'inscrivant sur un papier nous apportent un document objectif sur la structure du bruit avec une finesse d'analyse très supérieure à ce que peut donner l'oreille quant à la hauteur de l'intensité, mais moins discriminative pour le timbre.

La limite des appareils dont nous venons de parler est donnée par l'inertie de la lecture (galvanomètre) et la mesure moyenne en un temps donné. Ceci nous amène à parler de l'appareil qu'envisage actuellement de construire le Docteur J.C. LAFON au centre d'audiophonologie de Lyon. Il s'agira d'un appareil permettant de connaître le niveau énergétique des variations brusques d'intensité en connaissant la durée du phénomène.

Bien sûr, cet appareil aura un usage complémentaire des sonomètres actuels qui ne donnent des renseignements que pour les bruits d'une certaine durée.

B) - EXPLORATION DE LA FONCTION AUDITIVE :

Le Médecin du Travail peut apporter des documents objectifs pour apprécier les dommages causés par des ambiances bruyante trop élevées. Les mesures des pertes auditives que nous présentons dans les diverses enquêtes qui suivront ont été effectuées à l'aide d'un audiomètre portatif : le MAICO ou PETER, fournissant d'une façon simple et précise les pertes en décibels.

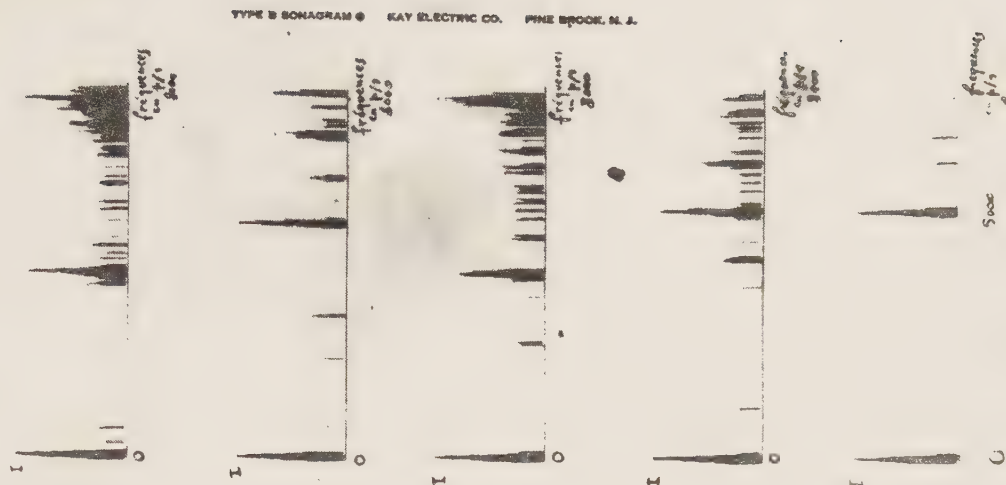
Cet appareil comprend :

- Un écouteur pour conduction aérienne.
- Un écouteur pour l'assourdissement.
- Un vibreur pour conduction osseuse.
- Un inverseur de son.
- Un indicateur pour le patient.
- Un régulateur de voltage.

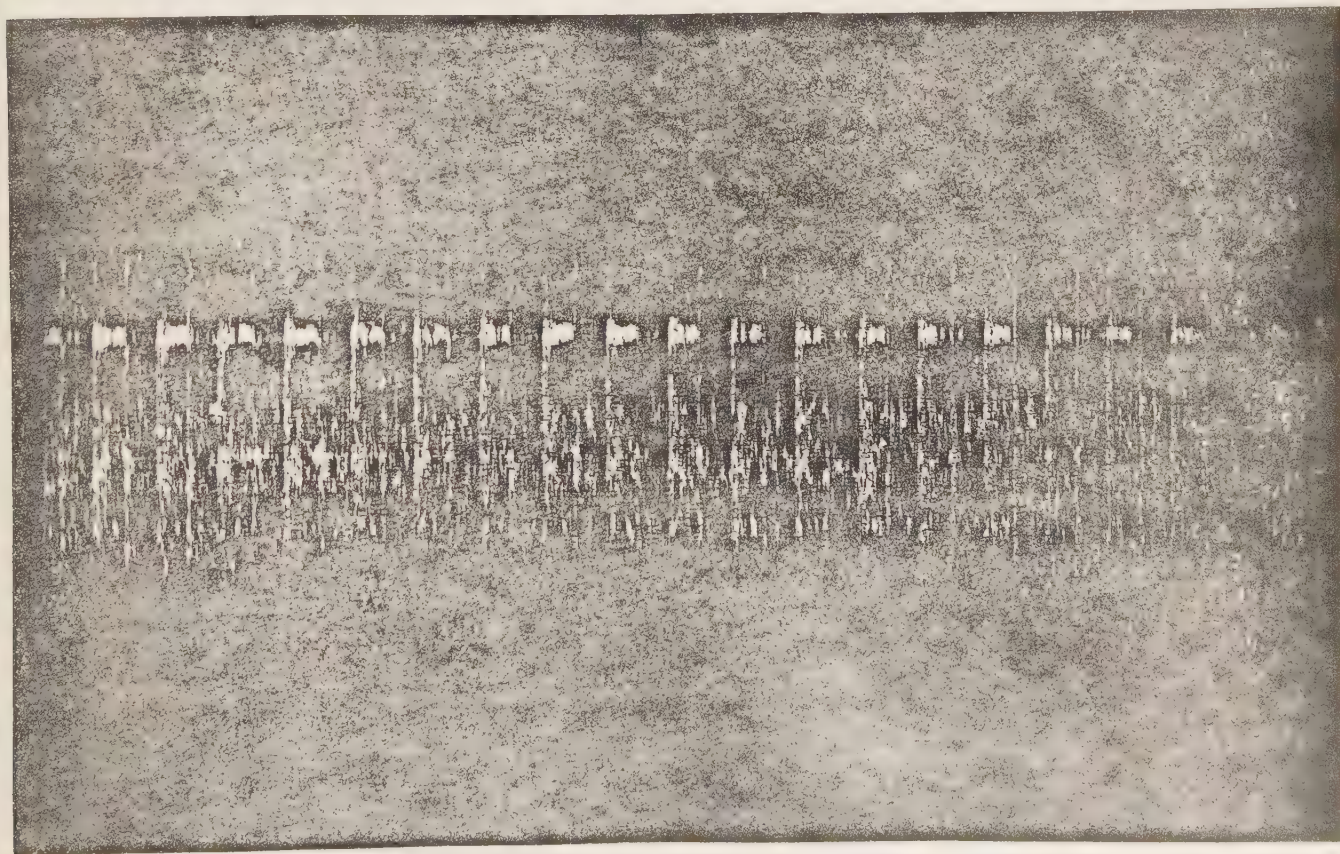
Les fréquences de 125, 250, 500, 1 000, 1 500, 2 000, 3 000, 4 000, 6 000, 8 000 et 12 000 sont obtenues avec une exactitude de plus ou moins 5 %.

L'atténuateur est gradué par échelons de 5 Décibels. L'acuité auditive est explorée de 10 Db au-dessus d'une oreille normale à 100 Db en-dessous avec une exactitude d'environ 3 décibels. Ces audiomètres peuvent être utilisés sous 110-120 Volts ou 220-240 Volts avec un courant alternatif de 25 à 60 périodes. L'audiomètre est conçu de façon telle que les résultats ne sont pas influencés par une variation de voltage n'atteignant pas 10 %.

Le Bruit
La turbine du chirurgien dentiste.
5000 p/s.



"Analyse au Sona-graph du bruit de la fraise du dentiste" (Son à 5 000 hertz)



"Analyse au Sona-graph du bruit du Martinet"

Il est préférable de commercer les tests avec le changeur de fréquence arrêté à 1 000 périodes car cette fréquence est au centre des graduations de la parole et est considérée comme celle ayant la plus grosse importance parmi les fréquences utilisées.

L'opérateur recommence alors le même test sur la fréquence 1 500 périodes, afin d'en déterminer le seuil ; et ainsi de suite pour les fréquences 2 000, 3 000 etc...

On procède ensuite à la recherche des seuils pour les basses fréquences correspondantes. On rejoint alors tous ces points pour former une courbe des seuils ; c'est la courbe audiométrique.

On peut aussi étudier la conduction par voie osseuse en appliquant le récepteur de conduction osseuse contre la mastoïde.

On place le commutateur sur l'indication "BONE-MASK". Ce test est fait exclusivement entre 125 et 4 000 périodes/seconde parce que les fréquences les plus hautes employées pour la conduction aérienne seraient sans valeur dans la conduction osseuse.

L'idéal est de pratiquer ces examens dans les locaux aménagés spécialement à cet effet : les cabines audiométriques, leur prix actuel d'environ 10 000 F, n'a permis qu'à peu d'usines à en faire l'acquisition. D'autre part, il n'est pas possible de convoquer un nombre considérable d'ouvriers à l'Hôpital.

Ces examens ont le plus souvent été effectués dans des infirmes d'usine ou des locaux non prévus à cet effet. Il serait pourtant faux de croire que ce manque d'exactitude rigoureuse entache d'une manière considérable l'objectivité des relevés et des statistiques auxquelles ils ont donné naissance. La coopération du sujet examiné importe souvent beaucoup plus qu'il ne semblerait. Enfin, la fatigue auditive d'une fin de journée ne devrait pas être négligée dans ce genre d'examen.

Les audiogrammes donnent les pertes d'audition en décibels par octave dans les fréquences audibles pour l'oreille droite et pour l'oreille gauche. En général, pour le calcul de la perte d'audition, trois formules sont couramment utilisées :

I - Formule du Council on Physical Therapy indiquant le pourcentage de perte d'intelligibilité du langage. C'est la formule à laquelle on avait surtout recours jusqu'à maintenant. Voici cette formule :

$$\frac{(BO \times 7) + MO}{8}$$

BO = perte sur la bonne oreille.

MO = perte sur la mauvaise oreille.

Cette formule prend en considération les fréquences 500, 1 000, 2 000 et 4 000. Hertz.

et l'indice de perte pour chacune de ces fréquences ne correspond pas au nombre de décibels mais il est un indice pondéré.

2 - Formule de Fowler, indiquant le pourcentage de la perte d'audition, compte tenu de la conduction osseuse.

3 - Formule de la loi française, identique à celle du Bell Telephone Laboratory, indiquant le pourcentage de perte d'audition pour chaque oreille individuellement :

- Oreille droite
- Oreille gauche

Cette formule, qui n'intéresse que la conduction aérienne, permet d'obtenir, en se basant sur les pertes en décibels aux fréquences 500, 1 000, 2 000 (la fréquence 1 000 étant doublée), le pourcentage d'audition pour chaque oreille. C'est la formule à laquelle nous aurons recours pour établir nos statistiques. Les examens audiométriques effectués se feront par tranches d'âge de façon à établir :

- Les courbes de sénescence
- Les courbes de perte totale de l'audition en fonction
 - de l'âge
 - de l'ancienneté d'exposition au risque
 - de l'importance du risque sonore etc...

D'autres appareils ont été employés pour des tracés des audiogrammes. Certains appareils permettent de tester l'oreille sur la fréquence 4 000 seule, d'autres pour les trois fréquences 500, 1 000 et 2 000, réalisant ainsi des audiogrammes dits de balayage.

- Enfin le tout dernier procédé consiste dans l'audiométrie automatique. Pour avoir un audiogramme valable par ce dernier moyen, il faut répéter l'examen deux fois car le sujet est un peu dérouté par la rapidité d'un premier audiogramme. Une fois familiarisé avec l'appareil, le sujet répond beaucoup plus objectivement.

Nous allons reproduire une fiche d'audiométrie tonale : en abscisses, nous avons les fréquences et en ordonnée les niveaux en décibels, la ligne O étant la référence de l'oreille normale.

Date :

N°

NOM

Prénom

Adresse

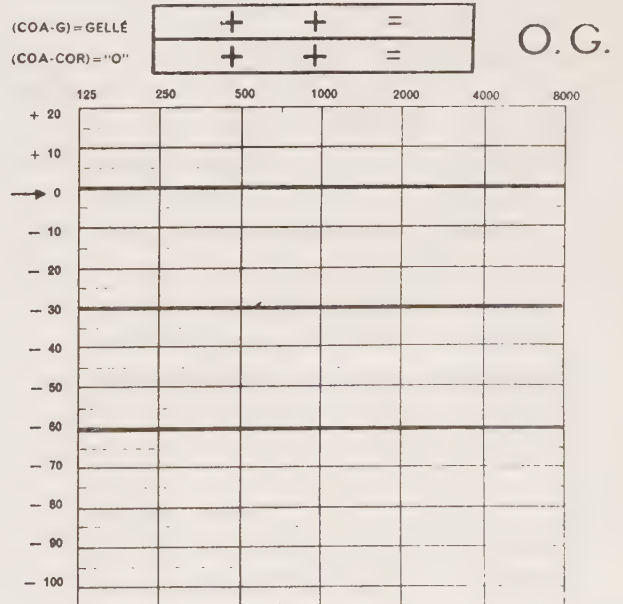
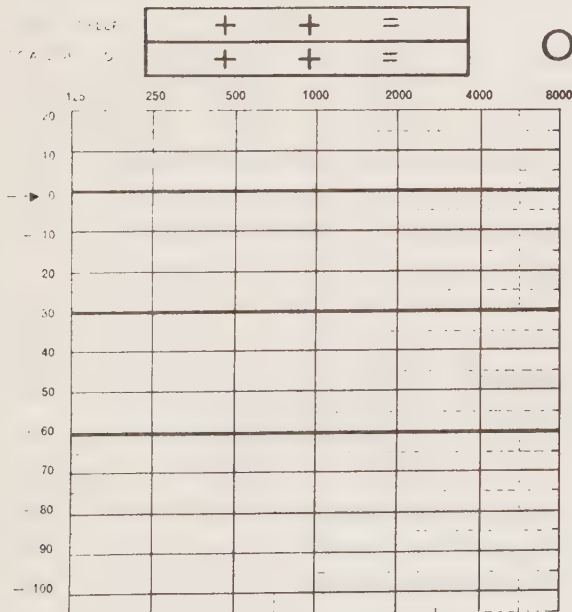
Sexe

Age

Observations :

- Ancienneté à l'entreprise.
- Travaux antérieurs.
- Service militaire.
- Trauma crânien.
- Pathologie O. R. L. Otite
Sinusite
- Acouphenes : Sifflements.
Bourdonnements.
- Qualité de l'audition - Indication de la meilleure oreille.
- Traitement antérieur : Strepto - Salicylate Quinine

AUDIOMÉTRIE TONALE



"Exemple d'audiogramme en blanc" recto et verso.

Dans l'étude du travail, le Médecin n'est pas seulement un médecin d'usine. Il est médecin, mais il est médecin du travail. Il apporte à la collectivité de l'usine ses connaissances médicales d'anatomie, de physiologie et de pathologie. Mais son domaine, son champ d'activité n'est pas uniquement le cabinet médical, et si le colloque singulier a une place primordiale pour son activité de conseiller, ses conseils ne seront valables que s'il connaît parfaitement, non seulement l'homme mais également les conditions de travail : les temps, les rythmes, les heures, les nuisances enfin parmi lesquelles le bruit prend de nos jours une importante primordiale.

Si l'on fait des progrès considérables dans la lutte contre les toxiques au travail, la lutte contre le bruit est beaucoup moins au point.

Pourtant le médecin apporte des documents objectifs concernant l'appréciation du risque dû au bruit (c'est la confrontation des niveaux sonores et de la qualité des bruits analysés, avec les données de la physiologie et de la physio-pathologie de l'oreille).

Il réunit un ensemble des réactions subjectives qu'il peut apprécier et auxquelles il peut donner toute leur valeur, dans l'ordre des réactions psycho-physiologiques au traumatisme sonore.

Les principes de l'insonorisation, les techniques à mettre en oeuvre sont surtout le domaine des architectes et des ingénieurs, mais la compétence du médecin conserve cependant une place importante : justement dans la mesure où il connaît parfaitement les conditions d'ambiance, de travail, les aspirations des personnes qui y vivent. Ceci lui permet de discuter valablement des détails des réalisations techniques. Il doit s'entretenir de ces sujets avec les Techniciens, Acousticiens, Physiciens, Ingénieurs, Direction des entreprises. Son rôle est essentiellement de renseigner non seulement sur l'importance du risque, mais également l'appréciation des nuisances (danger pour la fonction auditive, pour l'équilibre nerveux, pour la sécurité ou simple gêne au travail).

Nous envisagerons successivement dix enquêtes et nous allons, pour chacune d'elles, décrire les stades sonométriques et audiométriques de nos examens. Pour permettre une meilleure étude analytique de ces collectivités, nous les diviserons en deux groupes :

- Un premier groupe correspondant aux professions susceptibles d'engendrer des surdités professionnelles prévues dans le 42ème tableau.
- Un second groupe correspondant aux autres professions que nous classerons suivant la nature du bruit.

A - ENQUETES ASSUJETTIES AU 42ème TABLEAU

I - Etablissement N... (Grenoble)

a) - Etude Sonométrique

Le travail effectué dans cet atelier consiste dans l'ébarbage au marteau-piqueur sous voûtes métalliques (hélices ou autres pièces d'installation portuaire).

Les niveaux sonores sont identiques à ceux relevés dans un atelier d'ébarbage classique : l'intensité linéaire est de l'ordre de 102 à 105 décibels, dont la caractéristique est d'offrir un maximum de 100 décibels au moins dans deux bandes d'octave centrées sur 2 000 périodes (2 000 hertz) où l'oreille est très sensible, et l'on approche ici du seuil de la douleur. La courbe d'analyse en bandes d'octave siège, au-delà de 500 hertz, dans la zone D de Wisner, celle où on admet le risque du surdité en cas d'exposition temporaire (1 heure par jour par exemple).

Ces niveaux sonores sont aussi de 15 à 20 décibels au-dessus des limites acceptables du bruit préconisées par la Commission Technique du bruit du Ministère de la Santé Publique.

b) - Etude Audiométrique.

Les examens audiométriques ont été effectués avec l'appareil MAICO, en cabinet médical non insonorisé. Au total, 92 sujets ont été examinés. Mais il est surtout intéressant de noter que sur ces 92 sujets, 30 ont été suivis quatre années de suite, ce qui nous permettra de voir s'il y a une aggravation de la surdité en quatre ans, en calculant la perte selon la loi française et le 42ème tableau, c'est-à-dire les fréquences 500, 1 000, 2 000 hertz.

Les analyses nous ont montré en tout trois surdités professionnelles (qui ont donc une perte de plus de 35 décibels sur la meilleure oreille). En plus de ces trois surdités, les pertes auditives se répartissent comme suit chez les autres ouvriers :

Perte auditive	Nombre
0 à 9 db	14
10 à 14 db	18
15 à 19 db	26
20 à 24 db	20
25 à 29 db	9
30 à 35 db	5

Les déficits moyens les plus importants portent sur la fréquence 4 000, la première touchée par les traumatismes sonores (nous savons que cette fréquence n'est pas prise en considération pour le calcul par notre 42ème tableau des maladies professionnelles).

Le calcul des moyennes donne pour cette fréquence 4 000, une perte moyenne de 41 db pour l'ensemble des 92 personnes.

56 personnes sur 92 ont une perte supérieure à 30 décibels pour l'oreille droite ; pour l'oreille gauche, nous en trouvons 62.

Contrairement à ce qu'ont pu affirmer certains auteurs sur ce sujet, ces différences ne sont pas significatives.

Pour la fréquence 2 000, la valeur moyenne des pertes est de 21 décibels, à droite comme à gauche. Pour la fréquence 1 000, cette perte est de 17 décibels pour les deux oreilles.

Nous nous sommes ensuite attachés à étudier l'évolution des 30 ouvriers en quatre ans. Nos mesures ont donné les résultats suivants exprimés en décibels :

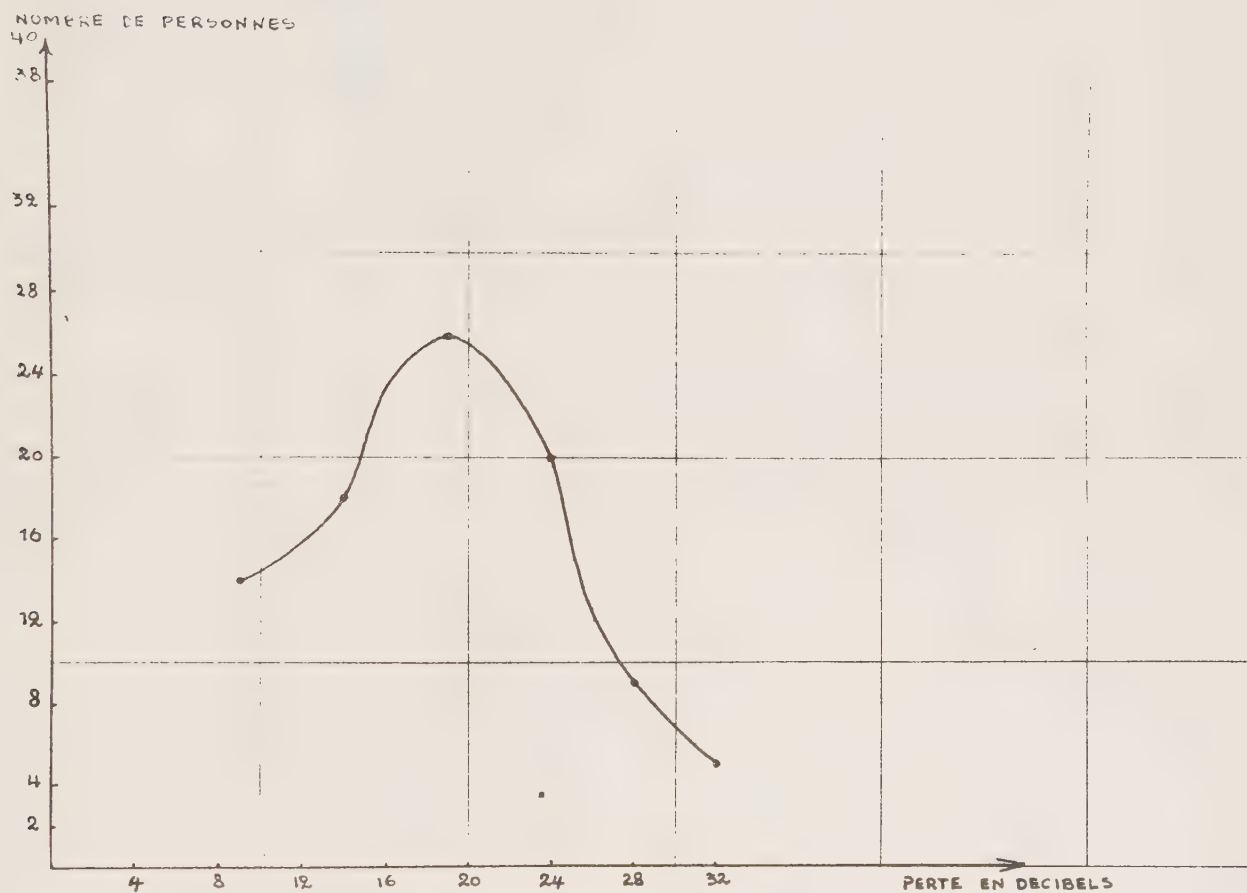
Aggravation moyenne en quatre ans sur 30 cas :

Fréquence	500	1 000	2 000	4 000
Oreille droite	2,3	0,5	3,8	6,5
Oreille gauche	0,5	2,3	0,3	1,1

Il est facile de constater que l'aggravation est surtout sensible pour la fréquence 4 000.

A la lumière de ces résultats, nous avons tracé une courbe figurant cette aggravation : en abscisse, nous avons les pertes en décibels et en ordonnées le nombre de personnes présentant la perte correspondante.

On peut constater d'après cette courbe que la majorité des ouvriers a perdu en 4 ans de 12 à 18 décibels (en calculant selon la formule de la loi française).

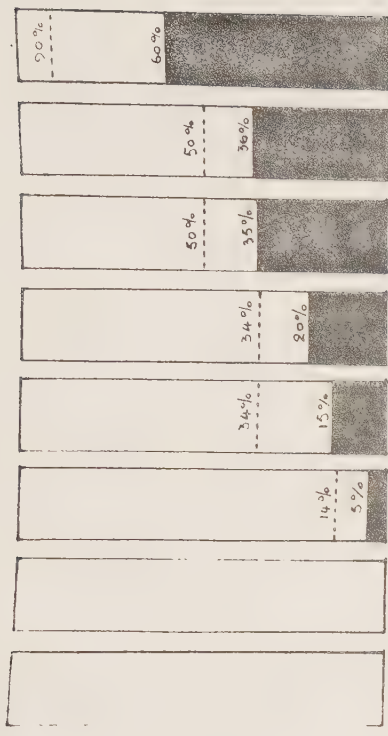
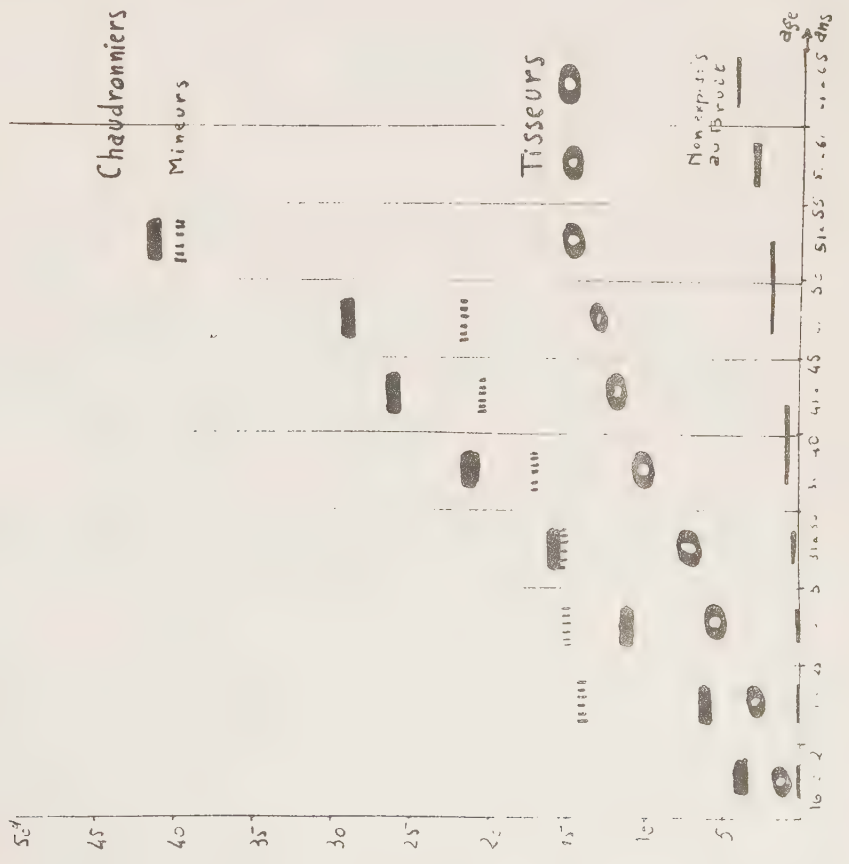


"Aggravation de la surdité en fonction du nombre de personnes".

6

"Evolution du déficit auditif chez des chaudronniers et des tisserands examinés de 5 ans en 5 ans".

Ordre moyen de tout auditive (pour l'Intermittent et l'écoute)

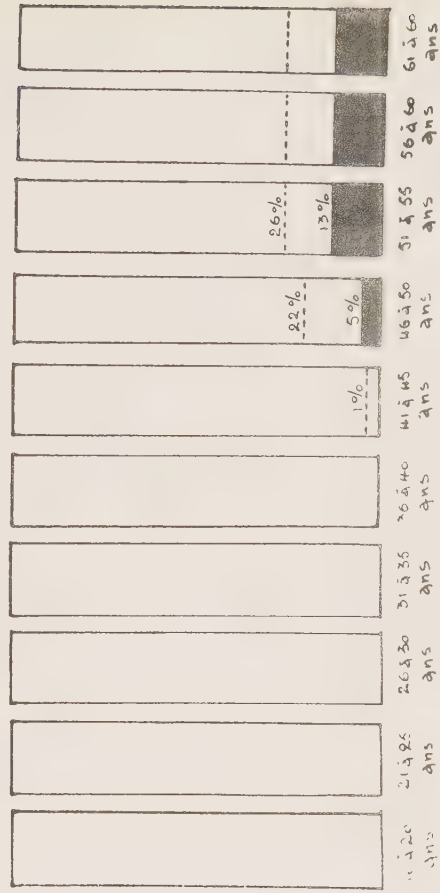


CHAUDRONNIERS - audiométrie

L1 = Nombre de sujets sur cent, ayant un degré d'hyposcousie de 20, en appliquant la formule de l'International Council on Physical Therapy

■ = id. pour le degré de 30 (retentissement fonctionnel)

Indice de perte d'acuité auditive en fonction de l'âge



TISSEURS - audiométrie

L1 = Nombre de sujets sur cent, ayant un degré d'hyposcousie de 20, selon la formule de l'International Council on Physical Therapy

■ = id. pour le degré de 30, selon la formule de l'International Council on Physical Therapy

Il s'agit d'une véritable courbe de Gauss ; la différence du côté du point O tient au fait que les examens n'ont pas été pratiqués en cabine insonorisée et que l'oreille entendant bien avait son seuil relevé de 5 décibels.

Nous verrons au chapitre consacré à l'étude d'une chaudronnerie la comparaison avec d'autres professions et le déficit en fonction de l'ancienneté (courbe d'évolution de 5 ans en 5 ans du déficit auditif des chaudronniers et des tisserands) et nous en présentons ici le graphique (fig. 5 et 6)

II. - USINE DE CHAUDRONNERIE S...

L'entreprise que nous voyons maintenant est une chaudronnerie où le problème du bruit constitue un souci majeur.

L'examen nous a été demandé dans un but prophylactique pour les jeunes ouvriers, par la direction de l'usine composée de quatre personnes ayant elles-mêmes un déficit auditif variant de 45 à 60 décibels.

a) - Etude Sonométrique.

Les premières mesures de niveaux sonores ont été faites au "planage-calibrage au marteau de fer". Les outils utilisés sont des marteaux à très longs manches sur lesquels toute la force de frappe de l'individu peut être exercée. Le niveau global est alors de 124 décibels avec un maximum de 120 décibels pour la fréquence 2 000. Les mesures pratiquées à 10 mètres montrent une diminution de 10 décibels dans les fréquences aiguës (amorties dans l'air).

Si le planage se fait avec un marteau de bois, les composantes aiguës sont beaucoup moins chargées, bien que le niveau global soit presque aussi élevé que le précédent : le bruit change donc en qualité. De toute façon, si nous portons ces chiffres sur le graphique des critères du Traumatisme sonore selon Wisner, l'analyse en bandes d'octave révèle que les niveaux se situent dans la zone E, considérée comme zone de danger de surdité même en cas d'exposition accidentelle.

Sur la courbe des limites acceptables des bruits industriels préconisées par la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique, nous observons que les niveaux sont au-dessus du seuil acceptable.

D'autres mesures sonométriques ont été faites dans le travail de "Planage-rentilage de soudure sur les parois d'une cuve", le sonomètre étant placé à l'endroit occupé par l'opérateur, c'est-à-dire à l'intérieur de la cuve. Le niveau global est alors de 127 décibels et présente les mêmes caractéristiques que pour le planage au marteau de fer. Si le bruit est

frappé à l'intérieur de la cuve et non plus à l'extérieur comme précédemment, le niveau global est alors de 132 décibels : ce sont là les bruits les plus élevés qui ont été recueillis.

Le martinet est un marteau automatique battant au rythme de 240 coups par minute et dont le niveau sonore est inférieur à celui des coups de marteau frappé à la main. (cf. fig. 2).

Le niveau global en est de 107 décibels avec des niveaux importants pour les fréquences élevées ; c'est le bruit dont les ouvriers se plaignent le plus (probablement à cause d'un facteur subjectif).

Enfin nous considérerons les deux dernières mesures faites respectivement près d'un poste de soudure autogène puis près d'un poste de soudure électrique. Le niveau sonore global est le même dans les deux cas : 99 décibels, mais la qualité du bruit est complètement différente.

En effet, l'analyse en bandes d'octave montre des intensités beaucoup plus élevées dans les hautes fréquences (2 000 et 4 000 hertz) pour la soudure autogène que pour la soudure électrique, alors qu'il est atteint aux fréquences 2 000 et 4 000 pour la soudure autogène.

De toutes façons, la soudure est beaucoup moins bruyante que le rivetage qu'elle remplace de plus en plus.

Dans cet atelier clos, le nombre des sources sonores émettrices est considérable et réalise des différences d'intensité sonore nombreuses de grande intensité et de brève durée. L'oreille est donc soumise à un bruit presque ininterrompu, réalisant une véritable sommation des excitations sur toutes les oreilles de l'atelier, ce qui explique peut-être la gravité des atteintes auditives en nombre et en importance.

b) - Etude Audiométrique.

Il a été pratiqué 26 audiogrammes en cabinet médical non insonorisé, en 1963. Un certain nombre de ces ouvriers ont été revus en 1965, mais nous n'avons pu hélas les revoir tous, un certain nombre ayant quitté l'usine.

Les pertes auditives des 26 audiogrammes pratiqués en 1963 avaient été calculées par la Formule de l'International Council on Physical Therapy :

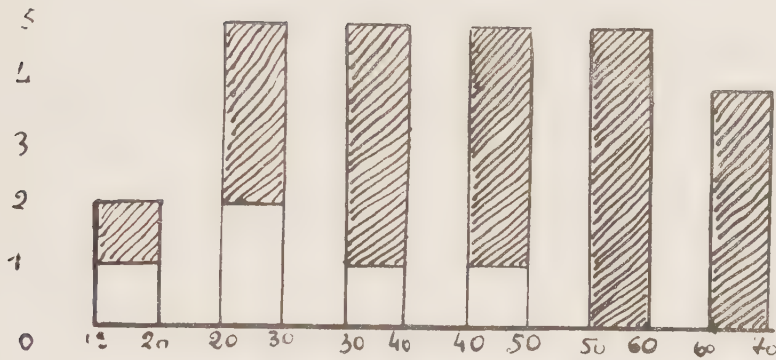
- 5 personnes sur 26 avaient une surdité supérieure à 50 décibels.
- 16 avaient une surdité supérieure à 30 décibels.
- 21 avaient une hypoacousie supérieure à 20 décibels, soit une personne sur quatre.

NOMBRE DE SUJETS SOURDS EN FONCTION DE L'ÂGE

 = Nombre de Sujets atteints

 = Nombre de sujets sains

Nombre



NOMBRE DE SUJETS SOURDS

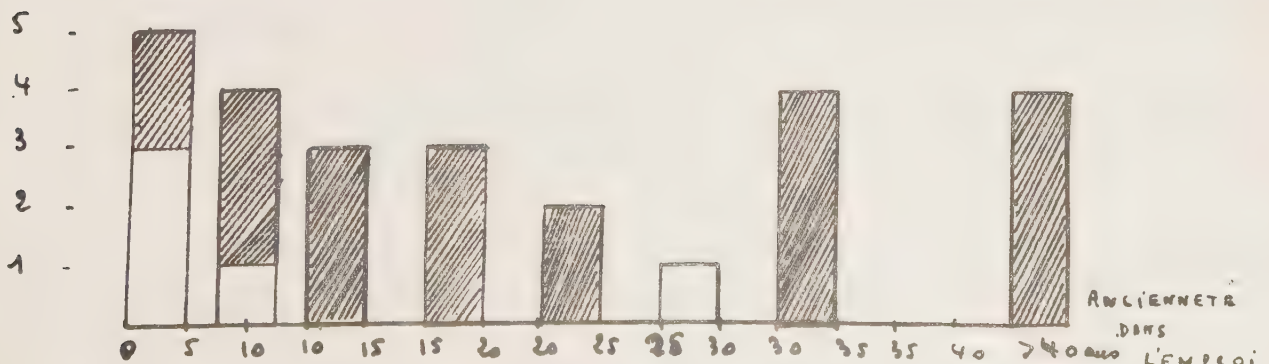
Age

EN FONCTION DE L'ANCIENNETÉ DANS L'EMPLOI

 : Nombre de Sujets Atteints.

 : Nombre de Sujets Sains.

NOMBRE DE SUJETS



Ancienneté
dans

"Nombre de sujets sourds en fonction de l'âge et de l'ancienneté".

- Enfin 7 seulement avaient un déficit inférieur à 20 décibels.

Les audiogrammes ont été pratiqués le matin, pour éliminer les phénomènes de fatigue auditive. De même les passés O.R.L. ont été éliminés dans la mesure où ils étaient connus. Le graphique des pourcentages d'hypoacousie en fonction de l'âge montre que cet élément n'est pas déterminant et que l'hypoacousie, dans ce groupe, n'attend pas le nombre des années, il est fonction de l'ancienneté dans le travail. (graphiques 7 et 8).

Le graphique en fonction de l'ancienneté, montre que tous les sujets dont l'acuité auditive est conservée ont une ancienneté inférieure à 10 ans et que tous les sujets, dont l'ancienneté est supérieure à 10 ans, sont fortement hypoacousiques, sauf un.

Le 12 Octobre 1965, nous avons de nouveau pratiqué des examens audiométriques dans cette entreprise. Sur les 29 audiogrammes pratiqués, nous n'en avons hélas retrouvé que 17 examinés en 1963.

Les 12 autres ouvriers sont dans la profession depuis moins de trois ans. Les analyses nous ont montré cette fois trois surdités professionnelles : les pertes auditives des autres ouvriers se répartissent comme suit :

Perte auditive	Nombre d'ouvriers
0 à 9 décibels	0
10 à 14 décibels	4
15 à 19 décibels	7
20 à 24 décibels	1
25 à 29 décibels	6
30 à 35 décibels	8

Nous voyons que beaucoup de sujets examinés ont une perte supérieure à 30 décibels pour la meilleure oreille.

Le calcul des moyennes pour la fréquence 4 000 est intéressant à connaître : la perte moyenne est de 50 décibels, autant pour l'oreille droite que pour la gauche, et le nombre de personnes ayant une perte supérieure à 30 décibels à cette même fréquence est de 23 pour l'oreille droite et 21 pour la gauche. D'emblée, nous constatons donc un déficit important pour la fréquence 4 000.

La moyenne des pertes pour la fréquence 1 000 est de 25 db pour les deux oreilles, tandis qu'elle est de 33 db pour la fréquence 2 000, également pour les deux oreilles.

Nous ne trouvons, lors de ce dernier examen, que 15 personnes qui aient une perte supérieure à 20 décibels au lieu des 21 trouvés lors de

l'examen précédent. Cette différence vient du fait que l'on n'a pas retrouvé les mêmes personnes d'un examen à l'autre. Certains ont pris leur retraite, d'autres ont changé d'entreprise.

Le vieillissement du personnel et l'augmentation de la durée d'exposition auraient dû donner une aggravation du déficit. En réalité, nous avons trouvé une stabilisation à laquelle nous ne trouvons une explication que dans la réduction de la nocivité due au bruit pour deux raisons.

- Disparition du rivetage remplacé par la soudure.
- Généralisation, chez plus de 50 % des anciens, du port de protecteurs d'oreilles, sous forme de tampons d'ouate, qui peuvent atténuer le caractère traumatisant des impulsions sonores. La présence de jeunes et mêmes d'apprentis explique la découverte, dans la deuxième série d'examens d'oreilles intactes.

III. - ATELIER DE TISSAGE.

a) - Etude Sonométrique.

Nous allons comparer trois ateliers de tissage dont les techniques sont différentes :

- Métiers à navettes battantes.
- Métiers à projectiles lancés.
- Métiers à aiguilles.

et relever pour chacun d'entre eux leurs niveaux sonores respectifs.

1er - Métier à navettes battantes : Etablissement V... et G...

Ce genre de métiers consiste à faire lever ou baisser des nappes de fils de chaîne (individuellement rentrés dans les maillons des lisses d'un harnais suspendu) entre lesquels est lancée une navette; enroulement du tissu, et insertion de la duite par le peigne sont réalisés par des mouvements mécaniques.

L'un des établissements étudiés tisse la laine cardée, l'autre les fibres synthétiques. Les niveaux sonores en sont élevés puisque le niveau global dans ces ateliers va de 90 à 105 décibels.

L'analyse en bandes d'octave montre un maximum pour les trois bandes de 1 000, 2 000, 4 000 périodes par seconde où l'on trouve respectivement 99, 96 et 95 db pour V..., 98, 98 et 93 db pour G...

Ces métiers battent à 92 coups par minute, c'est-à-dire qu'à chaque minute existe le bruit transitoire causé par le choc du bras sur la navette, et de l'arrêt de la navette sur le taquet de nylon.

Le nombre de métiers dans l'atelier multiplie d'autant de fois le nombre des impulsions. Il est de 24 chez G... : le nombre est alors de 184×24 , soit 4 400, soit 80 par seconde. A la limite, il peut représenter pour l'oreille un bruit blanc comme le traduit l'analyse au sona-graph.

Il n'en reste pas moins que le bruit est gênant, comme en témoigne le phénomène subjectif de l'oreille ouatée, bien ressenti par le visiteur occasionnel après quelques minutes de séjour dans un tel atelier.

Si nous traçons les niveaux sonores analysés en bandes d'octave sur la courbe des limites acceptables des bruits industriels préconisées par la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique, nous constatons que les limites sont très largement dépassées et notamment dans les fréquences élevées des bruits aigus.

Si nous accordons une valeur aux critères du traumatisme sonore de Wisner, nous constatons que la courbe est située dès la fréquence 1 000 et au-delà, dans la zone D, zone de surdité en cas d'exposition temporaire de deux heures par jour.

2 - Métiers à projectile lancé (métier SULZER)

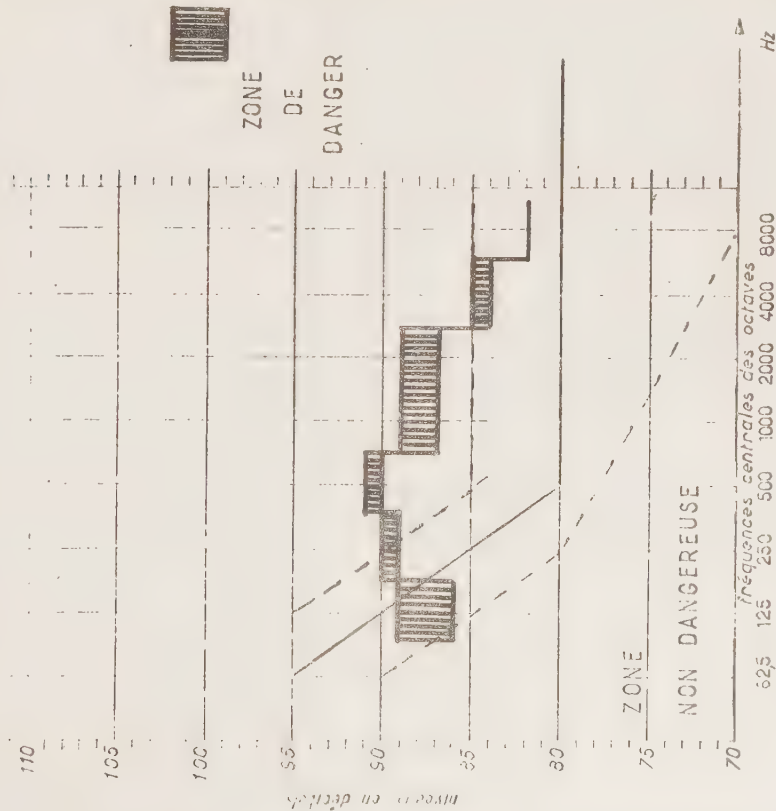
Dans ce métier suisse, la navette est remplacée par un petit projectile de 9 cm de long chassé à travers la foule à demi ouverte au moyen d'un dispositif d'éjection à ressort mis sous tension. Son trajet utile accompli, le projectile revient à son point de départ dans un convoyeur agissant sous la nappe de chaîne. Le métier "SULZER" travaille avec une série de projectiles, de sorte que malgré le nombre élevé de duites dans l'unité de temps, le retour des projectiles est relativement lent.

Le bruit en est radicalement différent. Certes le niveau global, en mesure linéaire, est de même ordre : 99 à 102 décibels (entre 102 à 105) quoique déjà deux fois moindre. Mais l'analyse par bandes de fréquence, d'octave en octave, montre une répartition totalement différente : amputation des fréquences élevées, de ces bruits aigus qui donnent la sensation de fatigue de l'oreille ouatée (on ne l'éprouve que dans l'atelier "SULZER"), de ces bruits qui provoquent au premier chef, lorsqu'ils sont riches en impulsions brèves, le déficit permanent, la surdité.

Dans cet atelier, les aigus ont disparu et dans les fréquences correspondantes on assiste à un gain de 11 à 13 décibels, ce qui est considérable à un tel niveau.

D'autre part les impulsions brèves sont atténuées. Le projectile est bien lancé à 220 coups par minute au lieu de 92 mais il n'est plus battu de la même façon et à sa réception il est freiné.

LIMITES ACCEPTABLES DES BRUITS INDUSTRIELS
 PRECONISEES PAR LA COMMISSION TECHNIQUE DU BRUIT
 DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE
 d'après revue I.N.S., TRAVAIL & SECURITÉ - juin 1961

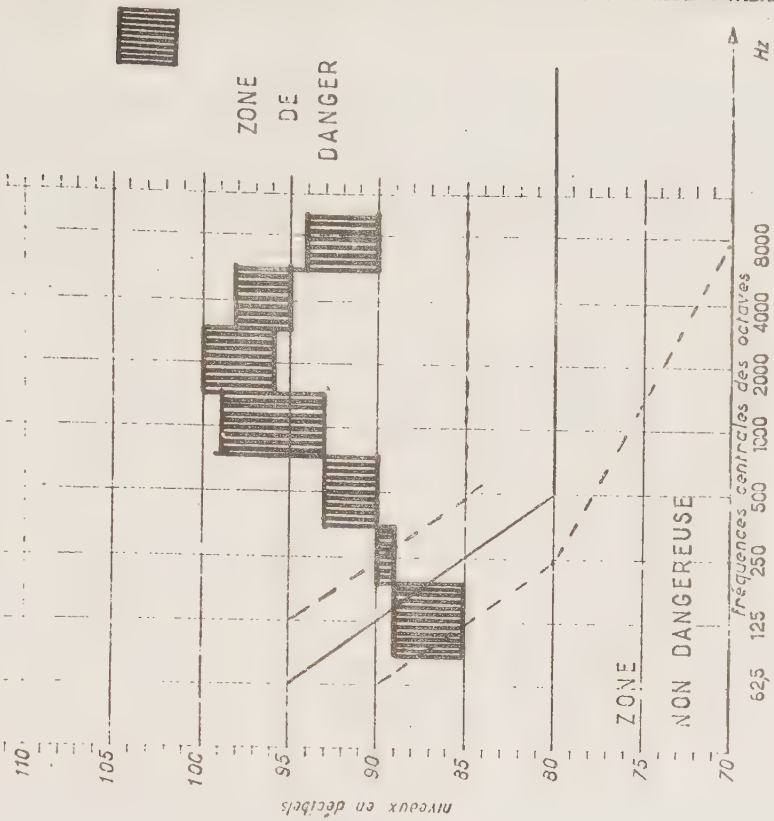


"Niveaux sonores du Métier à projectile lancé"

TISSAGE - MÉTIERS SULZER À PROJECTILES LANCÉS - 220 COUPS MINUTE

LIEN - INSTITUT de Médecine du Travail

LIMITES ACCEPTABLES DES BRUITS INDUSTRIELS
 PRECONISEES PAR LA COMMISSION TECHNIQUE DU BRUIT
 DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE
 d'après revue I.N.S., TRAVAIL & SECURITÉ - juin 1961



TISSAGE - MÉTIERS NÉBOLÉ À NAVETTES BATTANTES 92 COUPS/MINUTE

LIEN - INSTITUT de Médecine du Travail

S'il existe 10 métiers dans l'atelier, la fréquence est de l'ordre de 2 200 par minute, soit 40 par seconde là encore.

Reportés sur la courbe des "limites acceptables des bruits industriels", ces niveaux sonores se rapprochent de la norme, qu'ils ne dépassent que de moins 5 décibels. Tracés sur la courbe des "Critères du Traumatisme Sonore" selon Wisner, les niveaux sonores des métiers à tisser à projectile lancé, se situent dans la zone C.

3 - Métieurs à aiguille.

Dans ce genre de métier, la navette est remplacée par une aiguille porte-trame commandée par une lame d'acier enroulée sur un secteur qui oscille avec le battant. La marche positive d'avance et de recul de cette aiguille fixée à l'extrémité d'un ruban d'acier qui, alternativement, se déroule et s'enroule sur son secteur placé de chaque côté du métier, donne à celui-ci une marche silencieuse. Il suffit de présenter à l'aiguille porte-trame la trame à insérer, c'est le rôle des distributeurs de trame, qui, en fonction du tramage à exécuter, offrent à la pince porte-trame le fil de trame convenable grâce à un jeu de commande par carton. On fait ainsi six, huit et même douze trames différentes de chaque côté.

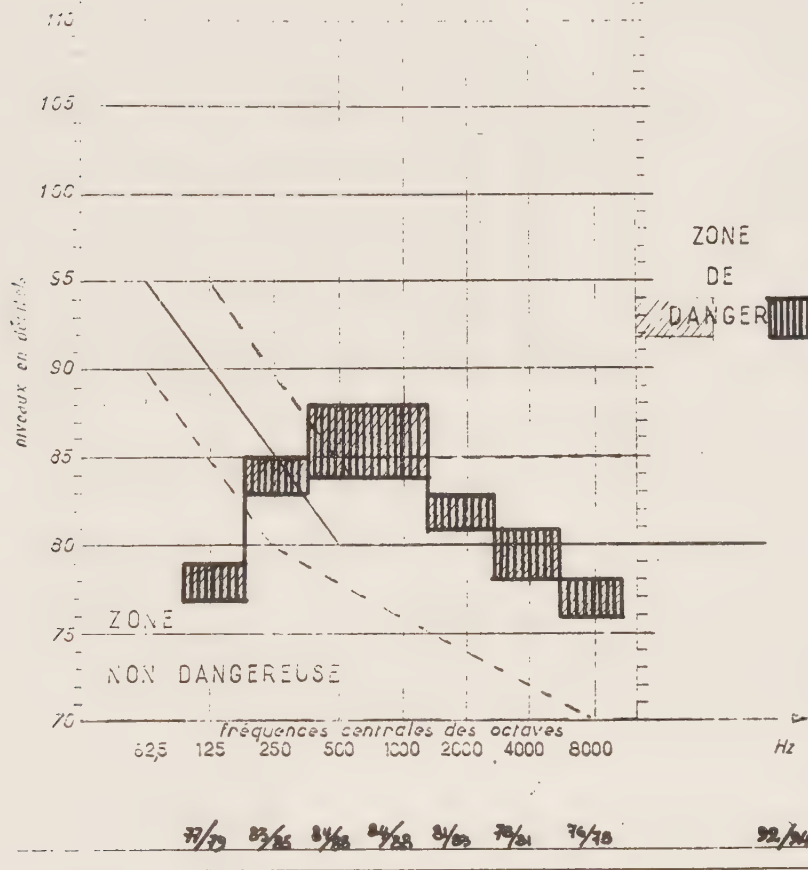
Ces métiers ont un rythme de 200 coups par minute. C'est là que nous relevons les chiffres de niveaux sonores les plus bas. Le niveau global est, en effet, de 92 à 94 db et surtout l'analyse en bandes d'octave montre une répartition complètement différente.

Le maximum d'intensité se situe pour les fréquences 500 et 1 000 où l'on trouve 88 décibels. Pour la fréquence 2 000, on atteint 83 décibels et pour 4 000, 81 décibels seulement. Ayant des niveaux sonores bas dans les fréquences élevées, les risques de traumatisme sonore sont très diminués et on comprend très bien que ne soit plus ressenti le phénomène subjectif de l'oreille ouatée, si désagréablement éprouvé dans les ateliers précédents.

Tracés sur la courbe des limites acceptables des bruits industriels préconisées par la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique, les niveaux sonores analysés en bandes d'octave n'en atteignent les limites que pour les fréquences 500 et 1 000.

Selon les critères du traumatisme sonore de Wisner, la courbe se situe dans la zone C, zone de danger de surdité en cas d'exposition prolongée.

LIMITES ACCEPTABLES DES BRUITS INDUSTRIELS
 PRECONISEES PAR LA COMMISSION TECHNIQUE DU BRUIT
 DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE
d'après revue I.N.S., TRAVAIL & SÉCURITÉ — juin 1961



TISSAGE . METIER À AIGUILLE

LYON. INSTITUT de MÉDECINE du TRAVAIL

"Niveaux sonores du métier à aiguille"

Tissage

	Lin.	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	Hertz
Métiers à navettes	102/105	85/9	89/90	90/3	93/99	96/100	95/8	90/4	décibels
Métiers à projectile	99/102	86/9	89/90	90/1	87/9	87/9	84/5	82	décibels
Métiers à aiguille	92/4	77/9	83/5	84/8	84/8	81/3	76/8	75	décibels

Tableau récapitulatif des niveaux sonores des Métiers à tisser.

b) - Etude Audiométrique.

L'audiométrie a été pratiquée chez 108 tisseurs travaillant dans les ateliers à navette battante et se répartissant comme suit :

- 100 tisseurs de l'atelier V...
- 8 tisseurs de l'atelier G...

L'audiométrie a été faite à l'aide de l'appareil "MAICO", en cabinet médical non insonorisé.

A l'atelier V..., les analyses ne nous ont pas montré de surdités indemnisables (ayant une perte supérieure à 35 décibels sur la meilleure oreille). Les pertes auditives des ouvriers peuvent être résumées dans le tableau suivant :

Pertes auditives	Nombre de personnes
0 à 9 db	5
10 à 14 db	54
15 à 19 db	25
20 à 24 db	7
25 à 29 db	3
30 à 35 db	2

- Nous avons trouvé un sujet ayant une perte de 35 décibels ; il était gareur dans un atelier de tissage.

- Deux autres personnes avaient un grave déficit pour la conduction aérienne : l'une et l'autre étaient d'anciens opérés pour infection d'oreille moyenne.

- Un dernier enfin est atteint de surdité totale congénitale et nous a paru très à sa place dans l'atelier de tissage où il ne se plaint d'aucune intolérance. Les signaux visuels remplacent pour lui les signaux ou alarmes sonores.

C'est toujours sur la fréquence 4 000 que les pertes sont de loin les plus importantes, puisque nos calculs nous ont révélé une moyenne individuelle des pertes de 43,8 db pour l'oreille droite et de 48,2 db pour l'oreille gauche.

79 ouvriers sur 100 avaient, à cette même fréquence de 4 000 hertz, une perte de plus de 30 db pour l'oreille droite, tandis que 83 d'entre eux présentaient une perte identique pour l'oreille gauche.

En ce qui concerne la fréquence 2 000 hz, la moyenne des pertes est de 20 db pour les deux oreilles, tandis qu'elle est de 16 db pour la fréquence 1 000.

Des chiffres identiques ont été obtenus pour les 8 employés de l'atelier G... Mais, l'intérêt résidait ici dans le fait que les premiers examens datent de 1963 et que 6 d'entre eux ont été refaits en 1965 : il n'a été constaté aucune aggravation entre ces examens effectués à deux ans d'intervalle. Dans cette dernière enquête, les 8 tisseurs avaient plus de 35 décibels de perte sur la fréquence 4 000.

IV - USINE T... (Usine de Métallurgie).

Cette étude a été demandée en vue d'apprécier le caractère gênant de certains bruits et les dangers que présentent d'autres bruits pour l'acuité auditive.

a) - Etude Sonométrique.

1) - Les premières mesures ont été effectuées à une station d'essai de meules. Le bruit de fond de cet atelier est celui d'un atelier normal (bruit de tuyauteries). Le niveau global moyen a été de 75 décibels. Le maximum était dans les fréquences moyennes ou graves, au-dessous de 800 hertz, où il ne dépasse pas 66 décibels.

Si la tronçonneuse fonctionne en coupe sur une bille pleine, le niveau sonore est de 100 décibels au poste de travail de l'ouvrier. A l'analyse en bandes d'octave, il existe deux maxima : l'un à 800 hertz (92 décibels), l'autre à 8 000 hertz (92 décibels).

Ces chiffres sont au-dessus des limites acceptables des bruits industriels définies par la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique, mais, limités à la zone C de Wisner, zone définie par cet auteur comme "représentant un danger pour l'oreille en cas d'exposition prolongée".

Elle n'atteint la zone D que pour les fréquences aiguës supérieures à 3 000 hertz et il est possible qu'un capotage de la zone de section puisse atténuer les intensités dans ces fréquences aiguës.

Le niveau global de la même tronçonneuse sur tube creux est de 115 décibels, atteignant la zone C (danger de surdité en cas d'exposition prolongée) entre 200 et 1 250 hertz, et la zone D entre 1 250 et 8 000 hertz, avec 101 décibels pour la fréquence de 4 000 hertz.

Dans le même atelier le niveau sonore au poste de travail pendant la marche d'une machine à ébarber donne une intensité linéaire de 102 décibels, dont la caractéristique est d'offrir un maximum de 100 décibels dans deux bandes d'octave centrées sur 2 000 périodes par seconde (2 000 hertz), où l'oreille est très sensible, et l'on approche ici du seuil de la douleur. La courbe d'analyse en bandes d'octave siège au-delà de 500 hertz dans la zone D de Wisner, celle où l'on admet le risque de surdité en cas d'exposition temporaire (une heure par jour par exemple).

2) - Les mesures ont ensuite été effectuées dans le bureau voisin de l'atelier et séparé de ce dernier par une simple cloison vitrée.

Le bruit de fond de ce bureau, la porte du couloir étant ouverte, est de 79 décibels avec un maximum dans la bande de 500 hertz, où il atteint 62 décibels. Cela correspond selon Wisner à la "zone où le travail intellectuel complexe est pénible, mais où le travail administratif ou commercial n'est pas gêné de façon nette".

Les mesures de niveaux sonores au même point dans ce bureau, pendant la marche de la machine en ébarbage montrent que le niveau global est alors de 87 décibels, chiffre acceptable pour un atelier peut-être, mais nous observons alors que le maximum est toujours pour les fréquences 500 à 2 000 hertz (il est de 82 décibels) et la courbe s'inscrit dans la zone III de l'indice de gêne de Wisner, celle où le travail intellectuel est très pénible, où le travail administratif est difficile.

Un seul des bureaux est relativement silencieux et même très silencieux lorsque l'atelier est au repos (66 décibels). Lorsque la machine à ébarber fonctionne, on y relève des niveaux sonores de 78 décibels avec maximum pour 500 et 1 000 hertz

3) - C'est à l'atelier de contrôle que nous avons les niveaux sonores les plus élevés. Il s'agit d'un atelier de finition où l'on emploie des vibreuses pneumatiques.

En atelier, le niveau global est de 115 décibels. En cabine, il est de 122 décibels, atteignant la zone E de Wisner où, même en cas d'exposition accidentelle, le danger de surdité est appréciable entre 1 000 et 3 000 hertz. Cette cabine est donc dangereuse, et si elle isole partiellement l'atelier (la porte restant ouverte), le danger pour l'ouvrier qui y pénètre pour y travailler est grand, fut-ce pour un travail à temps partiel.

Bien que de niveaux très différents, le bruit de cette usine est excessif :

- Dans le bureau parce qu'il gêne le travail intellectuel,
- Dans la cabine de contrôle, parce qu'il est dangereux pour l'oreille.

Lin.	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	Hertz
122	104	115	116	118	115	110	108	Décibels

Niveaux sonores du vibreur dans la caisse d'insonorisation.

b) - Mesures audiométriques.

Les examens ont été pratiqués avec l'appareil "MAICO" en cabinet médical non insonorisé mais tout de même suffisamment éloigné de l'usine elle-même pour avoir un silence relatif. Au total, 11 examens ont été effectués.

Les analyses n'ont pas montré de surdités professionnelles, c'est-à-dire de perte supérieure à 35 décibels sur la meilleure oreille. Mais nous n'avons pas examiné les ouvriers au poste le plus bruyant.

Les pertes auditives des ouvriers se sont réparties comme suit :

Pertes auditives	Nombre de personnes
0 à 9 db	2
10 à 14 db	5
15 à 19 db	2
20 à 24 db	1
25 à 29 db	0
plus de 30 db	1

Les déficits sur la fréquence 4 000 sont nombreux et importants. Le calcul des moyennes pour cette fréquence donne une perte moyenne de 33 décibels pour les deux oreilles. A cette même fréquence, 3 personnes ont une perte supérieure à 30 décibels pour l'oreille droite, et 4 personnes pour l'oreille gauche.

Pour la fréquence 2 000, la valeur moyenne des pertes est de 14 décibels, tandis qu'elle est de 13 décibels pour la fréquence 1 000 et pour les deux oreilles.

V - USINE DE DECOLLETAGE : Ets M... à ANNEMASSE.

L'industrie du décolletage est une industrie assez bruyante. Le risque de traumatisme auditif est grand. L'étude faite dans les établissements M... montre, en effet, des niveaux sonores assez élevés. Ces établissements emploient environ 400 ouvriers qui travaillent dans un seul et grand atelier où l'ambiance sonore est plus ou moins uniformément élevée.

Il a été effectué des mesures sonométriques pour déterminer les niveaux sonores dans les différents points de l'atelier, puis des mesures audiométriques sur 22 sujets travaillant à différents postes dans ce même atelier.

a) - Etude sonométrique.

Des tours multibroches travaillant sur de grosses barres ont donné un niveau sonore global de 92 à 96 décibels. A l'analyse en bandes de fréquences, nous observons un maximum à 88 décibels de 250 à 1 000 hertz, avec une émergence de 92 décibels pour 2 000 hertz, par intermittence. Reportés sur les courbes des limites de tolérances des bruits industriels préconisées par la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique, ces chiffres sont encore au-dessus des niveaux de tolérance, mais ils s'en approchent.

	Lin.	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	Hertz
Tour à Décolleter	94/6	80	85	90	90	90	85	82	Décibels

Tracés sur la courbe des critères du traumatisme sonore, ces niveaux se situent dans la zone C définie comme dangereuse en cas d'exposition prolongée. En fait, cela ne paraît pas présenter pour l'oreille un danger très grand.

Les niveaux sonores au voisinage d'un tour sont de 94 à 96 décibels mais plus importants dans les aigus où il atteignent la zone D des critères du traumatisme sonore.

Les mesures de niveau sonore ont ensuite été effectuées dans le bureau du Chef d'atelier. Ce bureau est situé dans l'atelier sans séparation par cloison. Les niveaux sonores (87 décibels en global) sont situés dans la zone III de l'indice de gêne, celle où le travail intellectuel est considéré comme pénible, et le travail administratif courant difficile.

Au tonnelage, il a été relevé des niveaux sonores de 99 décibels en mesure linéaire, avec une émergence à 92 et 93 dbs pour les fréquences 250, 500 et 1 000 hertz.

Les niveaux sonores d'un tour automatique tournant à 4 000 tours /minute ont donné une mesure globale de 91 dbs avec un maximum pour les bandes de 500 et 1 000 hertz, tandis que le niveau sonore d'une fraiseuse a été de 92 décibels avec un maximum pour les fréquences aiguës de 1 000, 2 000 et 4 000 hertz où il est de 86 décibels.

b) - Etude audiométrique.

Au cours de cette étude, il a été testé 22 sujets qui occupaient différents postes de travail, donc exposés à des niveaux variables.

Les analyses en bandes de fréquences n'ont pas montré de surdité professionnelle. L'indice de perte individuel pour chacun des 22 sujets allait seulement de 0 à 16 décibels. La perte moyenne sur la fréquence 4 000 est de 24 décibels, ce qui est peu élevé par rapport aux enquêtes précédentes. La chute dans ^{les} aigus est toujours très modérée.

La perte moyenne sur la fréquence 2 000 est de 12 décibels pour les deux oreilles, tandis qu'elle est de 9 décibels pour la fréquence 1 000.

B. - LES AUTRES ENQUETES DANS LES PROFESSIONS

NON VISEES PAR LE 42ème TABLEAU

I - TUNNEL DU MONT-BLANC

a) - Etude Sonométrique.

Le creusement du tunnel du Mont-Blanc s'est effectué avec des méthodes qui présentent pour l'acousticien un intérêt majeur du fait de l'intensité sonore. La source du bruit est assez particulière : le fond du tunnel, à "l'avancée" est protégé de tout bruit extérieur par l'énorme épaisseur du rocher qui l'entoure (plusieurs kilomètres). La seule source sonore est donc représentée par les outils utilisés pour le percement. Ce travail de percement comporte trois stades :

1) - Forage de puits de mines horizontaux à partir d'un échaffaudage mobile ("jumbo") sur lequel sont disposées 15 perceuses rotatives actionnées par de l'air comprimé saturé d'humidité.

2) - Mise à feu de l'explosif placé dans les trous forés après avoir reculé le "jumbo" de 200 mètres.

3) - Marinage, enlèvement des déblais par pelleteuse et chargement dans des wagonnets.

Seul le premier temps nous intéresse car c'est le moment où les ouvriers sont le plus soumis à l'action du bruit. Ces bruits ont été mesurés et enregistrés alors qu'il y avait déjà 3 km de creusés dans une cavité idéalement sourde puisque située sous 2 km de rochers.

La phase de forage dure environ 2 heures par jour pour chaque équipe de mineurs. L'intensité du bruit pendant ces deux heures est très stable, d'intensité constante s'élevant à 124 décibels.

Le bruit, mesuré au sonomètre L.R.C.E., enregistré au magnétophone et analysé au sono-graph est constitué, d'une part d'une zone grave plus vibratrice que véritablement sonore, d'autre part d'une zone aigüe à partir de 2 000 cycles, d'égale intensité au-delà de 8 000, et enfin d'une zone intermédiaire entre 1 000 et 2 000, un peu moins intense de quelques décibels. En réalité, il ne s'agit pas de bandes d'octave étroites mais presque d'un bruit blanc.

L'intensité s'atténue très vite lorsqu'on s'éloigne du "jumbo" ; seuls les ouvriers occupés à la manoeuvre des perforatrices sont donc soumis à l'agression sonore.

b) - Etude Audiométrique.

Le dépouillement des audiogrammes est difficile du fait de l'hétérogénéité du recrutement du personnel : certains ouvriers ont 20 ans de mine, d'autres n'ont pas effectué de travail bruyant avant leur embauche au tunnel. Le passé auriculaire des sujets est également très variable. Il apparaît cependant que pour tous ces ouvriers il n'y a pas de relation de causalité entre la date de l'embauche et le niveau d'audition. Un certain nombre de mineurs travaillant depuis le début du percement n'ont pas d'atteinte traumatique, pour les autres on ne peut exclure un traumatisme antérieur accidentel ou professionnel : traumatisme crânien, ondes choc d'une explosion, etc...

Les mesures audiométriques ont été pratiquées pour 101 ouvriers pendant l'année 1961. 44 d'entre eux ayant travaillé toute l'année sur le "jumbo" ont été revus 6 mois après dans des conditions sensiblement identiques.

Nous allons dans un premier temps considérer les résultats des mesures effectuées sur les 101 ouvriers en 1961 :

Les analyses en bandes d'octave ont alors montré 13 surdités professionnelles, ayant donc un déficit de plus de 35 décibels sur la meilleure oreille.

Les pertes auditives pour les autres ouvriers se sont réparties comme suit :

Pertes auditives	Nombre d'ouvriers
0 à 9 db	6
10 à 14 db	20
15 à 19 db	25
20 à 24 db	18
25 à 29 db	8
30 à 35 db	11

Nous savons que la fréquence 4 000 est la première touchée par les traumatismes sonores : les déficits sont nombreux et importants sur cette fréquence. Le calcul des moyennes donne en effet une perte moyenne de 40 décibels par personne pour l'ensemble des 101 personnes.

60 personnes sur 101 ont une perte supérieure à 30 décibels pour l'oreille droite, tandis que pour l'oreille gauche, 62 ont une perte identique.

Pour la fréquence 2 000, la valeur moyenne des pertes est de 27 décibels, à droite comme à gauche.

Pour la fréquence 1 000, cette valeur moyenne des pertes est de 23 décibels pour les deux oreilles. Nous retrouvons d'ailleurs cette valeur pour la fréquence 500.

Nous allons considérer les résultats des mesures effectuées sur les 44 ouvriers à 6 mois d'intervalle :

Dans ce groupe d'ouvriers, le nombre de surdités professionnelles n'a pas varié, il est au nombre de 7 en 1961 comme en 1962. Nous nous sommes attachés à calculer les pertes moyennes pour chaque fréquence lors de chaque examen et à établir le parallélisme pour chacun d'eux. Nous avons groupé ces résultats dans le tableau suivant où les chiffres donnent les pertes moyennes en décibels pour chacune des fréquences :

Oreille droite					Oreille gauche			
	500	1 000	2 000	4 000	500	1 000	2 000	4 000
1961	24	27	27,5	40,9	23	26,5	27	10,2
1962	24,5	24,8	30,9	46,4	25,8	27,5	32,6	47,3

Nous pouvons déjà constater une aggravation nette sur presque toutes les fréquences d'un examen à l'autre, Moins important qu'on ne le croirait devant des bruits d'une telle intensité. Des examens en série identiques seront à reprendre sur d'autres chantiers.

II - USINE DE BOBINAGE V...

a) - Etude Sonométrique.

Les examens ont été effectués les 6 Octobre 1964, 10 Novembre 1964, 1er Décembre 1964 et 13 Janvier 1965.

Le but des mesures a été de connaître les niveaux sonores dans deux ateliers, de bobinage et moulinage. Donnons un mot d'explication sur ces deux ateliers :

L'atelier des broches a pour but de transformer les fils simples de différents titres en fils cablés, à l'aide d'une broche à double torsion. Cette machine comporte 2 ou 3 dévideuses et une renvideuse commandées par moteur électrique.

La vitesse des broches est de 6 000 tours/minute ; le poids d'une bobine vide est de 2,500 kg, celui d'une pleine est de 7 à 9 kg. Le matériel annexe comprend des chars suspendus.

Le personnel est masculin et le travail se fait en équipe 4 x 8, jour et nuit alterné (42 heures par semaine). L'ouvrier travaille debout et effectue des déplacements fréquents.

- L'atelier des "Rieters" a pour but de retordre le fil souple sur une machine "Continu Rieter". Il y a 9 "Continu Rieter" de 250 broches chacun, dans cet atelier, tournant à 5 200 tours/minute. Le matériel annexe comprend des chars à gâteaux suspendus. Le personnel, masculin et féminin, travaille en 2 x 8 (5/13 h et 13/21 h). Il y a une équipe permanente de nuit.

L'appareil utilisé pour les mesures de sonométrie a été le sonomètre de BRUEL et KJAER.

Les niveaux sonores ont été effectués en plusieurs points, en plaçant le microphone à la place occupée par l'ouvrier au travail. Pour chacun des points, il a été obtenu une mesure linéaire, puis une analyse en bandes d'octave, de 125 à 8 000 hertz. La première mesure a été faite à l'atelier des Broches, la seconde à l'atelier des Rieters.

Fréquence en Hz	Lin.	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
1) Broches	102/109	101/105	92	92/94	92/93	91	85/88	85
2) Rieters	100/102	90/92	94	92/94	92	92	90	84

Si nous reproduisons ces valeurs sur les courbes des limites acceptables des bruits préconisées par la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique et publiées par l'I.N.S., nous observons que le bruit continu de l'atelier des broches est, pour toutes les fréquences du spectre intéressé, situé à plus de 5 ou 10 décibels au-dessus du seuil acceptable, et plus particulièrement pour les fréquences 500, 1 000 et 2 000 hertz. Dans les fréquences plus basses, nous trouvons des émergences plus élevées par leur intensité et dues à des facteurs occasionnels. Dans toutes les mesures faites dans les deux ateliers, le niveau global du bruit en mesure linéaire dépasse 100 décibels.

Si nous portons maintenant ces chiffres sur le graphique des critères du traumatisme sonore selon Wisner, l'analyse en bandes d'octave

révèle que les niveaux sonores des ateliers se situent dans les zones C et D, considérées par cet auteur comme zone de danger de surdité en cas d'exposition prolongée (8 heures par jour).

Il atteint plus spécialement dans l'atelier Rieter la zone D dite zone de danger de surdité en cas d'exposition temporaire ; on peut voir dans ce détail l'explication de la sensation physiologique de niveau sonore supérieur à celui des Broches dans l'atelier Rieter, alors qu'il est inférieur ; il est inférieur mais l'aire couverte dans la zone D pour les fréquences aigües de 2 000 et 4 000 hertz est plus importante.

Il convient toutefois de noter que ces bruits sont des bruits continus, sans impulsion brève, sans transitoire ou presque, et cette répartition dans le temps les fait considérer comme beaucoup moins dangereux que ne le seraient des bruits d'impact. C'est pourquoi nous considérons comme un peu exagérées les appréciations de Wisner.

b) - Etude Audiométrique.

Les examens audiométriques ont été effectués avec l'appareil "MAICO", en cabinet médical non insonorisé. Au total, 113 examens ont été effectués.

Les analyses n'ont pas montré de surdité professionnelle, c'est-à-dire qu'aucun sujet n'a accusé un déficit de plus de 35 décibels sur la meilleure oreille.

Une seule des 113 personnes testées atteint ou dépasse 35 décibels de perte auditive sur la meilleure oreille, mais il s'agit d'une surdité d'autre origine. Un seul atteint 29 décibels sur la meilleure oreille. Les pertes auditives sont résumées dans le tableau suivant :

Pertes auditives	Nombre de personnes
0 à 9 db	28
10 à 14 db	58
15 à 19 db	14
20 à 24 db	10
25 à 29 db	2
plus de 30 db	1

Les déficits sur la fréquence 4 000 sont nombreux et importants. Le calcul des moyennes pour cette fréquence donne une perte moyenne de 24 décibels pour l'ensemble des 113 personnes. 53 personnes sur 113 ont une perte supérieure à 30 décibels pour l'oreille droite. Pour l'oreille gauche, nous en trouvons 63 et la moyenne des pertes est de 33 décibels.

Pour la fréquence 2 000, la valeur moyenne des pertes est de 16 décibels, à droite comme à gauche. 12 personnes ont alors une perte supérieure à 30 décibels pour l'oreille droite et 10 personnes pour l'oreille gauche.

Pour la fréquence 1 000, la valeur moyenne des pertes est de 12 décibels à droite et 13 décibels à gauche. 4 personnes ont une perte supérieure à 30 décibels à droite et 4 personnes également à gauche.

Le déficit faible par rapport à la normale est donc surtout sensible pour la fréquence 4 000.

III - USINE DE CHIMIE : P...

a) - Etude Sonométrique.

Les mesures sonométriques ont été pratiquées le 11 Octobre 1965 dans les ateliers de polymérisation de l'usine, qui sont au nombre de trois et qui sont respectivement nommés : "Atelier 2, Atelier 2 bis, Atelier 3".

Le but du travail effectué dans ces ateliers est de polymériser le chlorure de vinyle monomère qui se trouve à l'état gazeux-liquide, pour obtenir du chlorure de vinyle en poudre. Cette polymérisation se fait en autoclave clos.

Les autoclaves des trois ateliers ont une double paroi pour permettre à l'eau de circuler librement autour de l'autoclave et réaliser ainsi un système de refroidissement efficace. Mais les caractéristiques essentielles de cette étude résident dans l'aspect des différentes techniques utilisées d'un atelier à l'autre pour aboutir à la polymérisation. Ces différences n'intéressent d'ailleurs que les autoclaves eux-mêmes, suivant qu'ils sont fixes ou mobiles.

Les niveaux sonores qui en résultent sont totalement différents, nous allons le voir.

1) - Atelier 2.

Les autoclaves de cet atelier tournent d'un bloc autour d'un axe horizontal : ce sont d'énormes cylindres de 12 mètres - cubes, munis d'un variateur de vitesse discontinu (comparable au changement de vitesse d'une automobile). Chaque autoclave est rempli de 80 boulets de 20 kg chacun qui circulent librement dans l'autoclave.

Les mesures des niveaux sonores ont été effectuées en plusieurs points et à différents stades de polymérisation. Du début d'opération au

dégazage (fin d'opération) le niveau global varie de 102 à 97 décibels. L'analyse en bandes d'octave de 125 à 8 000 hertz montre un maximum d'intensité pour les fréquences 250, 500 et 1 000 et ceci pour toute l'opération.

Si nous portons ces chiffres sur le graphique des critères du traumatisme sonore selon Wisner, l'analyse en bandes d'octave révèle que les niveaux se situent dans la zone C, considérée par cet auteur comme zone de danger de surdité en cas d'exposition prolongée.

Sur la courbe des limites acceptables des bruits industriels préconisées par la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique, nous observons que les niveaux sont au-dessus du seuil acceptable, surtout pour les fréquences 250, 500 et 1 000 Hz (il dépasse le seuil de 15 décibels pour la fréquence 500).

Le poste de conduite de cet atelier a un niveau sonore global de 95 décibels avec maximum pour les fréquences 250 et 500 (87 décibels).

2) - Atelier 2 bis.

La technique de cet atelier est totalement différente. Les autoclaves, les uns de 12 m³, les autres de 16 m³, ont même aspect que les précédents mais sont fixes. Le mouvement de rotation de l'autoclave lui-même est remplacé par un agitateur interne muni d'un variateur de vitesse continu. Parallèlement à cette évolution technique, les niveaux sonores enregistrés sont totalement différents. Le niveau global est en effet de 88 décibels seulement au voisinage de l'autoclave, avec un maximum de 80 décibels pour les fréquences 250, 500, 1 000 et 2 000 Hertz.

Selon Wisner, la courbe de ce bruit s'inscrit dans les zones B et C, dites zone non dangereuse ou dangereuse seulement en cas d'exposition prolongée.

Selon la courbe de la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique, le seuil dangereux n'est pas dépassé.

Le poste de conduite de cet atelier nous révèle un niveau sonore global de 73 décibels avec un maximum de 66 décibels pour la fréquence 125, donc pratiquement silencieux par rapport à celui de l'atelier 2

3) - Atelier 3.

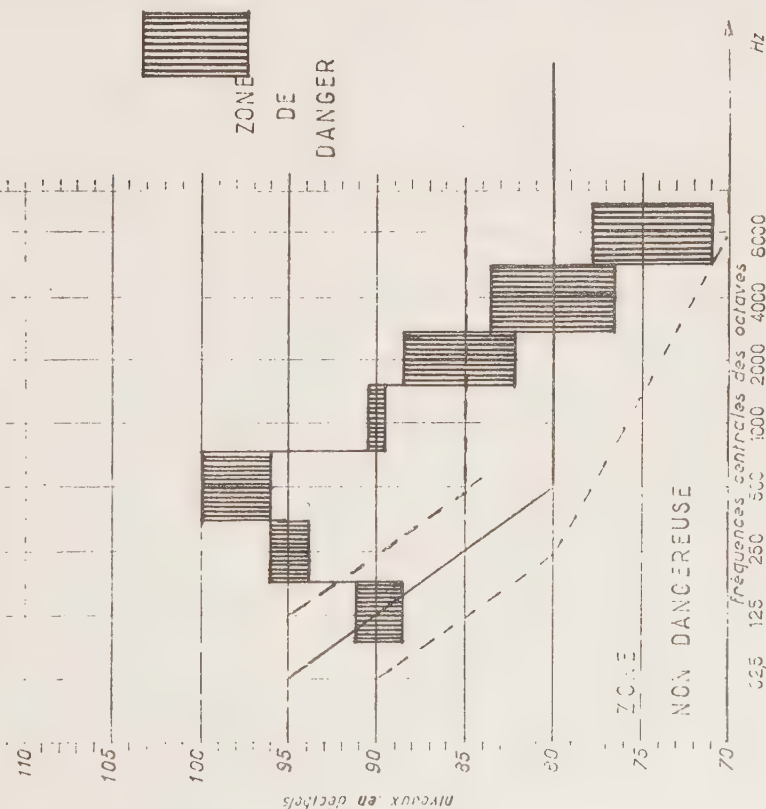
La technique de cet atelier très moderne est tout à fait identique à celle de l'Atelier 2 bis. Seul le contrôle a gagné en automatisme : de vastes panneaux aux indications lumineuses permettent au surveillant de suivre les étapes de la polymérisation sans bouger de son siège. Cette conduite se fait dans une salle de contrôle, à distance.

LIMITES ACCEPTABLES DES BRUITS INDUSTRIELS

PRECONISEES PAR LA COMMISSION TECHNIQUE DU BRUIT

DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE

d'après revue I.N.S. TRAVAIL & SECURITÉ - juin 1961



"Niveaux sonores de l'atelier 2"

CHIMIE

ATELIER II

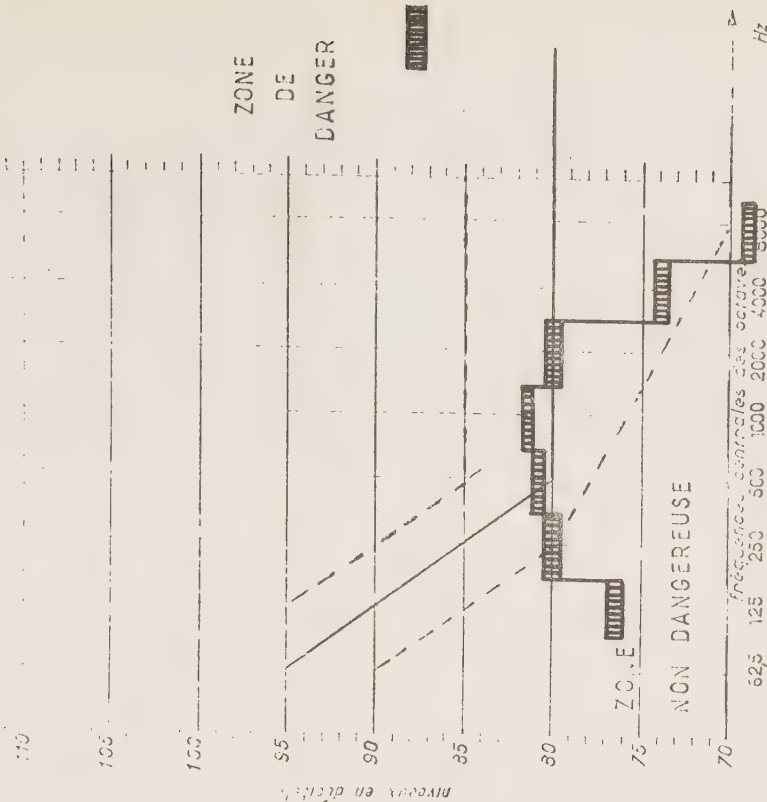
INSTITUT de Neurologie du Travail

LIMITES ACCEPTABLES DES BRUITS INDUSTRIELS

PRECONISEES PAR LA COMMISSION TECHNIQUE DU BRUIT

DU MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE

d'après revue I.N.S. TRAVAIL & SECURITÉ - juin 1961



"Niveaux sonores de l'atelier 2 bis"

CHIMIE

ATELIER I BIS

INSTITUT de Neurologie du Travail

Les mesures de niveaux sonores ont donné des résultats identiques à ceux enregistrés à l'atelier 2 bis ; on pouvait s'y attendre. Nos mesures dans ce dernier atelier ont seulement été troublées par le fonctionnement d'une pompe à eau au même étage (1er étage) et par celui d'un compresseur au rez-de-chaussée.

Une explication de ce gain de décibels dans ces deux derniers ateliers de polymérisation aux techniques modernes par rapport au premier, peut être donnée dans le fait que les moteurs qui entraînent l'agitateur des autoclaves ne tournent pas à leur pleine puissance (cas de l'Atelier 2), et que la pompe d'huile se trouve en bout d'arbre du moteur et non plus incorporée au moteur comme à l'atelier 2.

b) - Etude Audiométrique.

L'audiométrie a été pratiquée en cabinet médical non insonorisé, avec l'appareil "MAICO", pour tous les ouvriers des ateliers de polymérisation soit au total 31 audiogrammes.

Les analyses ont montré deux surdités professionnelles, ayant donc plus de 35 décibels de déficit sur la meilleure oreille.

Les pertes auditives des autres ouvriers se sont réparties comme suit :

Pertes auditives	Nombre d'ouvriers
0 à 9 db	4
10 à 14 db	18
15 à 19 db	6
20 à 24 db	1
25 à 29 db	0
30 à 35 db	0

La moyenne des pertes sur la fréquence 4 000 est de 35 décibels pour l'oreille droite, et de 39 décibels pour la gauche, tandis que 14 ouvriers sur 31 ont une perte supérieure à 30 décibels pour l'oreille droite et 20 ouvriers pour l'oreille gauche, toujours à cette même fréquence.

En ce qui concerne la fréquence 2 000, la perte moyenne est de 16 décibels pour l'oreille droite et de 21 décibels pour l'oreille gauche.

Pour la fréquence 1 000, la perte moyenne est de 12 décibels pour l'oreille droite et de 13 décibels pour la gauche.

Nous constatons que le déficit est faible par rapport à la normale, surtout sensible sur la fréquence 4 000.

IV - UN LABORATOIRE : P...

La source du bruit est constituée par le bruleur d'un spectrophotomètre. Cet appareil est situé dans un local de 4m x 4m environ, dont les parois n'ont reçu aucun traitement acoustique. La flamme du bruleur est entretenue par un mélange d'oxygène et d'hydrogène entraîné par pression, ou de solvant véhiculant un produit chimique à analyser. Ce bruleur est inclus dans une enceinte de 15 cm x 15 cm environ, surmonté d'un orifice jouant le rôle de cheminée ouverte à l'intérieur du laboratoire sans conduit d'évacuation. La face antérieure de l'enceinte est percée d'une fenêtre qui peut être fermée par un rabattant tapissé par l'utilisateur d'un matériau absorbeur (laine de verre).

a) - Etude sonométrique.

Les mesures des niveaux sonores ont tout d'abord été effectuées en marche avec oxygène et hydrogène seuls : l'analyse en bandes d'octave a donné les chiffres suivants :

	niveau global	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	16 000	Hz
fenêtre de l'appareil ouverte	98/99	58	74	75	80/81	82	88/89	94	97	Db
fenêtre fermée	87,5	59/60	74	75,5	80	81	84	81	76	Db

Ces mesures montrent l'atténuation apportée par la fenêtre tapissée de laine de verre : 11 décibels sur le bruit global du bruit qui, de 99 décibels est ramené à 88 décibels. Elles montrent que l'atténuation porte essentiellement sur les fréquences aigües.

Les mesures ont ensuite été effectuées avec combustion du solvant.

	niveau global	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8000	16 000 Hz
Fenêtre de l'appareil ouverte	113	68	83	85	88	90	99	109	111 Db
Fenêtre de l'appareil fermée	100	67	82	82	85	85	94	97	86 Db

Le niveau global de face est de 113 décibels, appareil ouvert, et 100 décibels, appareil fermé. Ces niveaux sont très élevés, intolérables même pour une exposition de courte durée, car ils sont maximum dans les fréquences élevées 4 000, 8 000 et 16 000 Hz pour lesquelles l'oreille est très sensible. Ces niveaux sonores dépassent de beaucoup les limites acceptables des bruits industriels préconisées par la Commission Technique du Bruit du Ministère de la Santé Publique (1961). Rapprochés des critères du traumatisme sonore, ils se situent dans les zones D et E, zones considérées comme très dangereuses.

Les dernières mesures de niveaux sonores ont été pratiquées à 3 mètres au niveau d'un appareil d'analyse aux U.V. ; le niveau global varie de 81 à 86 décibels et rapporté à l'indice de Wisner, il se situe dans la zone III, où le travail intellectuel est très pénible, et le travail administratif courant, difficile. Cet appareil fonctionne 4 heures par jour au maximum et rarement 2 heures sans interruption. En fait ce bruit peut être considéré comme peu traumatisant pour l'oreille mais très gênant par ailleurs.

Tout l'intérêt de cette étude réside dans le fait que ce laboratoire doit être implanté dans de nouveaux locaux. Le responsable désirerait connaître le degré de nuisance pour étudier la solution à apporter pendant l'aménagement ou la construction du futur local (traitement acoustique) C'est d'ailleurs à ce stade que l'insonorisation a le plus de chance d'être efficace.

b) - Etude Audiométrique.

Il a été pratiqué 6 audiogrammes dont 4 de personnes exposées, et il n'a pas été remarqué sur la courbe la moindre déformation de type du traumatisme sonore.

En effet, les pertes auditives de la meilleure oreille vont de 2 à 7 décibels, ce qui est, bien sûr, minime.

V - UNIVERSITE.

Une machine mécanographique "FLEXOWRITER" avait été récemment installée dans un des bureaux d'une faculté. Le local dans lequel fonctionne cette machine a des dimensions d'environ 5 m x 5 m (avec 4 m de hauteur) et abrite 4 personnes dont deux employés à la mécanographie et deux qui ne participent pas à cette opération. Etant donné le bruit intense engendré par cette machine, une première série de mesures fut entreprise le 15 Décembre 1964. Elles furent faites en trois points :

- Au poste de travail de l'opérateur
- A l'autre extrémité de l'appareil
- A trois mètres environ de la source sonore.

Pour chaque point le niveau sonore global a été mesuré, puis l'analyse en a été faite avec l'appareil BRUEL et KJAER, dans les bandes de fréquences de 125 à 8000 hertz en bandes d'octave. Chacune des trois courbes correspondant aux trois points décrits ci-dessus, tracée et portée sur le graphique de l'indice de gêne de Wisner, montre qu'elles sont situées dans la zone III qui correspond à des intensités sonores où le travail intellectuel est très pénible, et où le travail administratif courant est très difficile. Les niveaux sonores au poste de travail de l'opérateur sont les suivants :

- Le niveau sonore global est de 90 db,
- Pour la fréquence 500 hz il est de 87,
- Pour la fréquence 1 000 hz il est de 87 db,
- Pour la fréquence 2 000 hz il est de 85 db,
- Pour la fréquence 4 000 hz il est de 81 db,
- Pour la fréquence 8 000 hz il est de 79 db.

Les messages téléphoniques sont reçus avec difficulté et on ne comprend si l'on pense qu'ils doivent avoir une intensité supérieure de 10 à 15 décibels au bruit de fond pour être compris convenablement et sans fatigue (Chocholle), or à trois mètres, le bruit est de 80 décibels. De tels niveaux sonores sont également considérés comme des bruits perturbateurs de l'attention et facteurs de fatigue nerveuse plus que comme des dangers pour l'oreille interne. D'ailleurs les examens audiométriques ont été là pour le confirmer puisque les deux audiogrammes pratiqués ont été strictement normaux.

La gêne dans le travail intellectuel a été considérée comme suffisante pour que l'on cherchât à neutraliser le bruit de cette machine mécanographique : l'insonorisation a consisté à revêtir les murs de matériaux absorbeurs du bruit (plaques perforées recouvrant de la laine de verre), et la réduction du niveau global est de 8 décibels au poste de l'opération : 82 décibels au lieu de 90 décibels.

	Lin.	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	Hertz
Avant Insono- risation	90	70	76	87	87	85	81	79	Décibels
Après Inso- norisation	82	70	76	80	80	75	75	73	Décibels

Plus importante est l'atténuation au poste de travail voisin, qui a été isolée par une cloison vitrée :

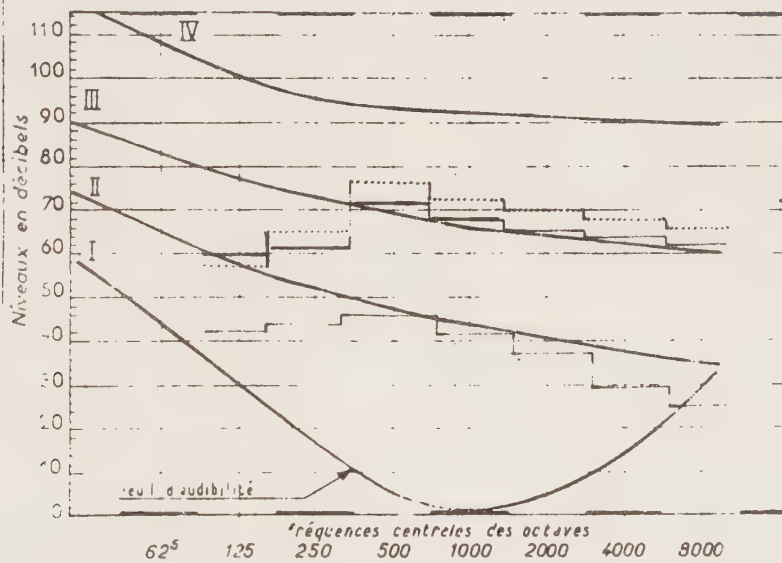
	Lin.	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	Hertz
Avant Insono- risation	80	58	66	77	74	70	68	67	Décibels
Après inso- norisation	60	42	44	46	43	38	30	26	Décibels

et nous pensons que personne n'a regretté l'investissement consacré à cette insonorisation qui fut un franc succès.

INDICE DE GÊNE (d'après A. WISNER)

4

- Zone I : le sommeil et le travail intellectuel complexe ne sont pas gênés de façon appréciable
- Zone II : le travail intellectuel complexe est pénible
- Zone III : le travail courant administratif ou commercial n'est pas gêné de façon nette
- Zone IV : le travail intellectuel est très pénible
- Zone V : le travail administratif courant est difficile
- Zone VI : une exposition prolongée détermine la surdité professionnelle



A 3 MÈTRES AVANT								
INSONORISATION →	58	56	51	44	40	38	37	80 DEC. 1964
A 3 MÈTRES APRÈS								
INSONORISATION →	60	62	52	47	45	43	43	78 MAI 1965
A 3 MÈTRES								
DERRIÈRE LA VITRE → NR	44	44	46	43	38	30	36	60 MAI 1965

"Niveaux sonores avant et après insonorisation du bureau".

ETUDE SYNTHETIQUE DES ENQUETES REALISEES.

Nous venons de présenter quelques exemples typiques de problèmes du bruit. Essayons de voir, dans un court préambule à ce chapitre quelles ont été des raisons qui ont motivé ces examens. On peut dire d'emblée que 50 % de ces derniers sont demandés par des usines dont les professions sont assujetties au 42ème tableau de réparation des maladies professionnelles, et que l'autre moitié se recrute dans les professions qui ne figurent pas à ce même tableau.

Les motivations sont différentes dans les deux cas. Parmi les professions assujetties au 42ème tableau, les examens sont pratiqués par souci de ne pas risquer de négligence (malgré l'insuffisance du texte législatif) ou par souci de connaître le risque. Pour les autres, il semble que leur demande ait été motivée par le désir de trouver une explication à l'impression de gêne ressentie par les ouvriers pendant leur travail ou par souci de connaître aussi l'importance du risque.

Munis de tout le matériel amassé au cours de nos dix enquêtes sur l'intensité du bruit et ses qualités, nous allons maintenant essayer d'en tirer des données sur les niveaux sonores, leurs conséquences, les solutions à apporter et le problème médico-légal tel qu'il se pose aujourd'hui.

I - Données sur la nature nocive du bruit.

Pour qu'une cellule auditive soit détruite, il faut qu'elle soit attaquée par une forte énergie sonore.

En fonction de cette notion fondamentale, on peut (d'après Wisner) classer les bruits les plus redoutables en fonction :

1 - De leur intensité. Le son très bref de l'explosion peut atteindre profondément l'audition à cause de sa grande intensité. Les risques de surdité professionnelle s'accroissent en fonction de l'intensité.

2 - De leur durée. Les effets traumatisants se cumulent dans le temps. Un son pur d'intensité faible (70 décibels par exemple) peut déterminer un trou dans l'audiogramme si la stimulation est prolongée plusieurs années.

3 - De leur pureté. A intensité et durée égales, un son est d'autant plus traumatisant qu'il correspond à une bande de fréquences plus étroite. Un son pur de 90 décibels est très dangereux pour l'oreille, une bande d'octave d'intensité 90 décibels est peu dangereuse, un bruit blanc de 90 décibels n'est pas dangereux.

4 - De leur situation dans le spectre sonore. L'oreille a une sensibilité différente suivant les fréquences. L'effet traumatisant de deux bruits dont la durée, l'intensité et la largeur de représentation spectrale sont les mêmes, est très différent suivant qu'il s'agit de la zone 100 hertz ou de la zone 1 000 hertz. Pour que la bande d'octave 75 - 150 ait le même effet traumatisant que la bande d'octave 600 - 1 200, il faut qu'elle ait une intensité supérieure de 15 décibels.

5 - De leur caractère inattendu. Un bruit d'emblée intense qui survient inopinément est très traumatisant car il surprend les défenses du système de protection tympano-ossiculaire.

6 - De leur association avec des vibrations. L'action traumatisante des bruits est aggravée si des vibrations sont transmises par voie solide jusqu'à l'oreille interne.

7 - De leur richesse en impulsions brèves, transitoires instantanées, et sur ce caractère insiste particulièrement J.C. LAFON.

Or, c'est dans l'industrie que nous rencontrons les niveaux sonores les plus élevés et présentant les caractéristiques énumérées ci-dessus. Parmi ceux-ci, nous relevons les bruits de percussion, le choc des engins pneumatiques tels que matoirs, bouterolles, burins utilisés en mécanique pour aplanir, niveler ou ébarber des pièces métalliques. Nous avons vu qu'il n'était pas rare de rencontrer des niveaux sonores dépassant le seuil de la douleur, avec maximum dans les aigus.

C'est ainsi que les chaudronneries N... et S... nous ont donné des bruits d'impact majeurs de grande intensité. Les ateliers de tissage, par contre, engendrent des bruits d'intensité plus faible et surtout gênant pour ceux qui ne participent pas au travail bruyant (par exemple le contrôle), et auxquels on s'habitue au prix d'une faible perte d'acuité auditive ; "Je suis née dans une navette" disent volontiers les tisseuses. Dans la catégorie des bruits gênants capables d'engendrer une surdité modérée, entrent aussi les bruits des usines de décolletage.

Les niveaux sonores du tunnel du Mont-Blanc équivalent à un bruit blanc d'intensité majeure. Quant aux usines de bobinage, leurs niveaux sonores sont l'exemple de bruits continus, peu traumatisants pour l'oreille. Enfin les bruits du laboratoire et de l'Université peuvent être mis dans la catégorie des bruits gênants pour les travaux intellectuels.

En fait, et nous venons de le voir, chaque profession a ses niveaux sonores propres qui sont parfois des caractéristiques du métier.

2 - Données sur l'évaluation des troubles et leur évolution.

Depuis longtemps, on s'était aperçu qu'un homme soumis à des bruits intenses devenait sourd, en particulier chez les chaudronniers et les tisserands ; on avait même donné le qualificatif de "Sourdins" aux habitants d'un village de Normandie où l'on martelait les chaudrons, alors que le village se nomme Villequier.

Mais le bruit ne s'arrête pas là, il perturbe sur les trois plans la sensation de bien-être physique, mental et social que l'O M S définit comme l'état de santé.

Quels sont alors les critères auxquels nous pouvons valablement nous référer pour évaluer les troubles provoqués par le Bruit ?

Pour évaluer l'audition d'un sujet, on cherche à savoir s'il entend ou non des sons de caractéristiques définies dans des conditions données. Plusieurs méthodes sont utilisées. La principale est l'audiogramme liminaire tonal qui permet de situer la gêne pratique : celle-ci définit cinq degrés de surdités (d'après U S Health Service Survey) :

- De 0 à 20 db de perte moyenne : gêne à l'église ou au théâtre ;
- De 20 à 40 db de perte moyenne : gêne pour la conversation directe ;
- De 40 à 50 Décibels de perte moyenne : gêne pour la conversation téléphonique ;
- De 50 à 60 décibels de perte moyenne : surdité complète pour la parole.

Cette perte est surtout jugée par rapport aux fréquences conversationnelles, c'est-à-dire de 500 à 2 000 hertz, seules fréquences prises en considération par la loi française pour le calcul des déficits moyens.

En ce qui concerne l'évolution de la surdité professionnelle, nous en avons décrit les étapes dans notre chapitre sur les généralités, mais il ne faudrait pas croire que cette évolution se fait de façon régulière et prévisible. Il y a habituellement une chute importante de l'audition pendant les premières années de l'exposition, puis on note un palier et plus tard une nouvelle chute rapide et imprévue. Il semblerait que cette évolution soit sous l'action d'un facteur X qu'il a été impossible d'identifier, on s'est alors perdu en conjectures :

Niveau particulièrement intense du bruit à un moment précis, état général déficient, infections, maladies dégénératives du oreille à, du sujet etc... Nous n'avons pas pu donner de réponse précise à ces hypothèses et les recherches doivent être poursuivies.

D'autre part, pour une même exposition au bruit, l'atteinte des différents sujets est variable. C'est ainsi qu'une des chaudronneries où nous avons enquêté a été l'illustration du schéma classique exprimé en ces termes : "Le chaudronnier est sourd". Dans l'atelier de 29 personnes considéré, 28 ont un profond degré de surdité. Une seule paraît anormale par sa résistance à l'action du bruit sur la fonction auditive.

La susceptibilité aux infections, aux poisons, n'est pas la même pour chaque individu et le risque d'atteinte par un agent traumatisant doit être exprimé, non seulement par la moyenne, mais aussi par la dispersion de la statistique.

On a cependant essayé de prévoir la surdité professionnelle ; on a tenté de relier les résultats de tests de fatigue avec la probabilité de surdité. Aucun résultat concluant ne permet de donner de recommandations pour la sélection des sujets destinés à travailler dans le bruit.

Le problème reste grave, comme le montrent les examens audiométriques que nous avons pratiqués. Le personnel de la chaudronnerie que nous avons vue a été examiné deux fois à trois ans d'intervalle, et si l'aggravation n'a pas été celle que nous attendions, nous en avons exposé les raisons au moment de son étude. Le personnel de l'autre entreprise de chaudronnerie a également été suivi d'année en année, et ceci pendant cinq ans, et là aussi nous avons constaté une aggravation mais non régulière.

Les ouvriers du percement du Tunnel du Mont-Blanc ont été examinés à six mois d'intervalle, et si l'aggravation n'a pas été aussi importante que nous aurions pu le prévoir, elle n'est toutefois pas négligeable.

Les usinages de bobinage ont entraîné peu de surdités, mais cela n'est pas pour nous étonner puisqu'il s'agit de bruits continus.

En conclusion à ce chapitre, nous pouvons dire que le taux de surdités professionnelles correspond bien aux intensités de niveaux sonores relevés lors des examens sonométriques. Ces taux correspondent aussi aux caractéristiques de répartition dans le temps et à l'énergie des niveaux sonores.

3 - Données sur les insonorisations.

Il est impossible d'attribuer au terme d'insonorisation le sens pratique d'élimination complète des bruits, car il n'y a pas de remède universel dont l'application suffirait à faire disparaître ces derniers ou même à leur retirer automatiquement leur caractère désagréable : chaque cas est un cas d'espèce.

Par ailleurs, il n'existe pas de matériaux insonores, mais seule-

ment des matériaux qui, mis en oeuvre dans des conditions bien déterminées, réalisent un obstacle à la création d'ondes acoustiques ou un écran à la propagation jugé satisfaisant dans un cas précis.

Comment considérer les aspects de la lutte contre le bruit ?

- En commençant, avant toutes choses, par diminuer la sonorité des sources grâce au choix de matériel ou appareils aussi peu bruyants que possible.

- Puis localiser dans un espace déterminé les bruits ou vibrations gênants.

- Se protéger contre la propagation des ondes aériennes par l'emploi d'écrans sonores appropriés.

- Se protéger contre la propagation ou le rayonnement des bruits ou vibrations "solides" par des procédés de montage anti-vibratiles.

- Diminuer les niveaux d'ambiance sonore dans les grands locaux où se fondent une multitude de bruits élémentaires en y réalisant une correction acoustique.

Tous ces points sont à considérer, et nous allons, dans la pratique, voir ce qui a été fait dans les quelques enquêtes où l'on s'est soucié de l'insonorisation.

C'est à l'usine de métallurgie T... que nous avons l'exemple de réduction possible des niveaux sonores. Hélas, c'est aussi l'exemple type de réduction ayant manqué son but. En effet, une des sources sonores particulièrement bruyante, le travail à la bouterolle, a été enfermée dans une enceinte close, en l'occurrence une cabine insonorisée. Le bruit est devenu, certes, beaucoup moins traumatisant pour le personnel avoisinant, et c'était le but recherché, mais il a gagné en nocivité pour les personnes qui restaient à l'intérieur de la cabine, dans des limites telles que le travail ainsi conçu est devenu insupportable et hautement dangereux.

Un des ateliers de tissage à navettes battantes a réalisé une insonorisation valable mais à des prix astronomiques, qui ne pouvaient guère être admis que pour un atelier d'essais. Il s'agissait d'un vaste local clos de 3,40 mètres de haut, dans lequel fonctionnent 24 métiers à navettes battantes. L'insonorisation a été réalisée de la manière suivante :

- Sur les murs et le plafond, ont été mises des plaques d'isorel mou perforé de trous de calibre différent, elles-mêmes séparées du mur par des plaques de fibre de verre.

- En ce qui concerne le plancher, on a abandonné le bois à cause des vibrations lentes aux basses fréquences, et on a préféré monter les métiers sur un aggloméré de liège "Vibraton-pads", plaqué sur le ciment. On a beaucoup de difficultés, dans cet atelier, à construire un plancher solide qui est facilement disloqué par les vibrations.

Dans l'atelier lui-même, le gain a été de 3 décibels, c'est-à-dire que le niveau sonore a été réduit d'environ 50 % par rapport à ce qu'il était avant l'insonorisation. Mais cette réduction a surtout été intéressante pour la partie exclue de l'atelier et qui est la préparation du tissage. En effet, si la porte de ce local est ouverte, la différence de niveau sonore avec l'atelier est de 13 décibels ; elle est de 17 décibels si la porte est fermée. Le gain a surtout été important pour les fréquences aiguës (niveau sonore de 57 décibels à la fréquence 4 000 dans le bureau, au lieu de 94 décibels à la même fréquence dans l'atelier).

De même l'insonorisation du bureau de l'Université a permis aux employées de travailler dans des conditions confortables (cf. Figure 12).

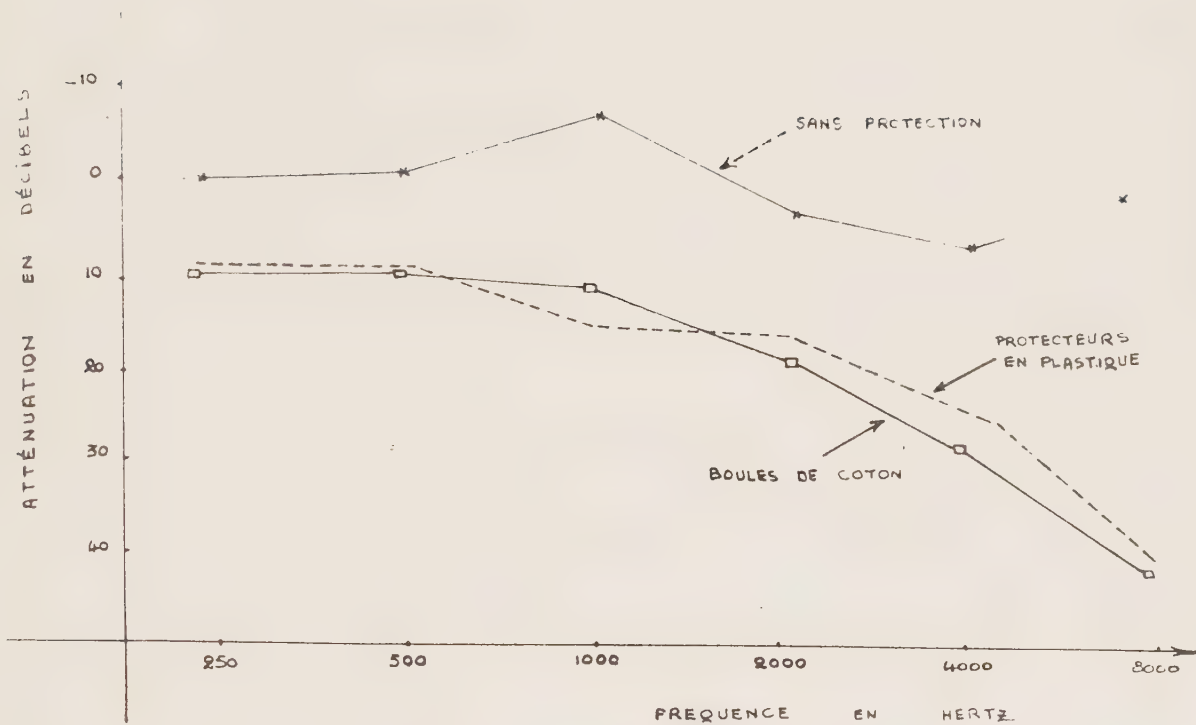
Dépassant le cadre de l'insonorisation, nous avons pu constater, à l'occasion des deux enquêtes (usine de chimie et tissage) que l'évolution des techniques avec diminution de la charge physique, dont la rançon est si souvent une augmentation des niveaux sonores, peut s'accompagner parfois d'une réduction de ceux-ci.

Enfin, il est encourageant de constater que l'on prend parfois le problème en considération au stade où il est encore possible d'agir efficacement : c'est-à-dire avant l'installation de nouveaux locaux. Nous l'avons vu pour un laboratoire où le bruit ne représentait pour tout qu'une gêne. Le Docteur Réty nous a montré d'autres études faites à ce stade de la vie d'un atelier qui correspond à sa construction ou à son installation.

A défaut d'une efficacité suffisante des insonorisations précédentes, l'atténuation du bruit par l'action sur l'appareil auditif doit être pratiquée en utilisant les appareils individuels de protection auriculaire du type "Bouchons d'oreilles". C'est ainsi qu'à la suite des premiers examens audiométriques pratiqués à l'usine de chaudronnerie S... en 1963, bien des ouvriers (surtout parmi les anciens) portent des protections individuelles. Les plus efficaces ne sont malheureusement pas les plus confortables, et si des progrès sont à faire en ce domaine, nous avons pu constater que les moyens rudimentaires tels que le coton ou la soie de verre semblent protéger (cf. Fig 12).

4 - Insuffisance de la loi.

Le retentissement du bruit sur l'organisme, le traumatisme sonore, n'est pas considéré en France comme une maladie professionnelle



"Audiogramme de 5 sujets examinés sans protection, avec des protecteurs conventionnels et avec des boules de coton" (Carl ZENZ, M.D., et Byron A. BERG)

donnant droit à réparation, pour ses manifestations extra-auditives. Il ne l'est que pour la surdité et dans des travaux bien définis.

Il est vrai que l'évaluation du préjudice est parfois difficile, en dehors même des problèmes d'imputabilité et d'état antérieur.

Apprécier l'importance d'une séquelle est important, mais juger son retentissement sur tous les plans (vital, fonctionnel, social, et professionnel) l'est encore davantage.

La liste des ambiances de travail donnant droit à une prise en considération par le législateur est limitative : nous savons que des études sont en cours concernant les travaux qui ne figurent pas sur cette liste.

La présomption d'origine se base sur l'évolution "irréversible et ne s'aggravant pas après la cessation de l'exposition au risque". Cela oblige l'ouvrier à cesser sa profession pendant six mois, ce qui, en pratique, est difficilement réalisable, d'où l'intérêt d'une audiométrie systématique d'embauche pour les ouvriers devant être exposés au bruit, et d'une étude suivie d'année en année, ou de deux en deux ans. Ceci permettrait de connaître l'état auditif avant exposition et éviterait toutes contestations. Mais notre législation actuelle est muette sur la périodicité des examens systématiques comme sur la nécessité des examens à l'entrée dans la profession.

De plus le déficit, nous l'avons vu, doit porter sur les trois fréquences conversationnelles : 500, 1 000 et 2 000 hertz. Or, la majorité des surdités professionnelles, pour ne pas dire toutes, commencent par un scotome à la fréquence 4 000 hertz, qui n'atteint le 2 000 qu'après un nombre important d'années d'exposition (25 à 30 ans d'après THONY), ce qui corrobore le fait que le nombre de surdités professionnelles déclarées en minime.

Nous ne reviendrons pas sur les résultats de nos moyennes de pertes auditives portant sur la fréquence 4 000, lors de nos enquêtes : celles-ci étaient toujours considérables. Plus de 70 % des ouvriers examinés, qu'ils fassent partie des professions assujetties au 42ème tableau ou non, avaient au moins 30 décibels de perte sur la fréquence 4 000 et sur la meilleure oreille, et ce caractère n'est pas retrouvé chez les personnes non exposées au bruit. Cette constatation n'a pas d'incidence sociale et dans ce sens on peut dire que ces gens ne sont pas sourds ; ils le sont, mais uniquement pour les sons très aigus. Il est seulement possible, sans parler de la gêne importante que cela peut créer pour certaines professions (mécaniciens et règleurs de machines), d'invoquer un "préjudice agrément", au nom duquel seul le plaisir de l'audition d'un morceau de musique est, par exemple, entravé. Peut-être le législateur prendra-t-il un jour ce préjudice en considération.

Quant aux autres séquelles de traumatisme sonore, ils ne figurent dans aucun tableau.

C O N C L U S I O N S

Parmi les divers facteurs nocifs qui comptent dans la vie moderne, le bruit industriel impose une place de choix et ses incidences sont particulièrement lourdes dans les milieux de travail.

Nous n'avons pas en vue dans cette étude les dangers que peut comporter cet affrontement au bruit pour l'équilibre psychique, mais seulement ses répercussions sur l'appareil auditif, à la lumière d'enquêtes et d'examens systématiques conduits dans des entreprises de la Région Lyonnaise.

Ces enquêtes ont confirmé la nocivité des bruits industriels et plus particulièrement de ceux qui comportent des impulsions sonores de hautes fréquences, non seulement dans les industries considérées comme dangereuses par le Législateur (chaudronnerie, tissage à navettes battantes, rivetage), mais aussi dans d'autres activités industrielles qui ne sont pas mentionnées dans le 42ème tableau des Maladies Professionnelles (décolletage, moulinage, meulage).

Nos observations ont confirmé, dans ces diverses éventualités, l'atteinte classique de perception correspondant à la fréquence 4 000, inapparente dans près de 70 % des cas. De l'autre côté, la surveillance pendant plusieurs années du personnel de nombreuses entreprises, nous a montré l'évolution de cette surdité, non par une progressivité régulière, mais par un véritable palier pouvant se prolonger pendant plusieurs années.

Cette particularité, jointe au fait que les moyens techniques devraient être mis à la disposition des spécialistes et des Médecins du Travail pour l'étude de la fonction auditive et pour l'analyse des bruits, montre la nécessité d'une organisation systématique de la surveillance des effets du bruit sur les travailleurs exposés à des intensités sonores élevées, qu'il s'agisse d'examen préalable à l'embauche ou d'exploration périodique ; leur intérêt apparaît indiscutable, aussi bien sur le plan de la prophylaxie que sur celui de la réparation médico-légale.

D'un autre côté, le progrès intervenu depuis ces dernières années dans les méthodes d'insonorisation grâce à une meilleure connaissance des lois de l'acoustique et l'utilisation de meilleurs matériaux, ont montré par l'étude d'exemples concrets qu'il était presque toujours possible d'atténuer largement l'intensité sonore au poste de travail. C'est une question d'espèce que commandent imagination et moyens financiers et de laquelle les divers intéressés prennent conscience.

Il apparait souhaitable que dans un avenir proche, des textes réglementaires nouveaux permettent l'organisation, tout au moins sur le plan médical, d'une prophylaxie des surdités professionnelles.

VU, Le Doyen :

J.F. CIER

Le Président de la thèse :

Professeur BOURRET

VU et permis d'imprimer

LYON, le 13 Novembre 1965

Le Recteur, Président du
Conseil de l'Université

P. LOUIS

- BIBLIOGRAPHIE -

- ALEXANDER W. - Noise exposure and hearing impairment.
Canad J. Public Health, 55 : 237 - 42, juin 1964.
- ALLEN L. - CUDWORTH -
Utilisation du sonomètre pour évaluer les performances
audiométriques.
Amer. Industr. Hyg. Ass. J., 22 : 3, 160 - 9, juin 1961.
- ANON -
Le bruit : La Santé de l'homme, Mars - avril 1958, n° 104,
49 - 66.
- ANON -
Analyse du bruit de percussion : Engineering, 186 : 4838, 717,
Nov. 1958.
- ANON -
Influence du bruit sur le taux des accidents.
Industr. Bull. G.B., 26 : 279, 22, Avril 1958.
- ASSENAT A. -
Les surdités professionnelles dues au bruit industriel.
Arch. Mal. Prof. 23 : 421 - 3, juin 1962.
- AUBRY M., GROGNOT P., BURGEAT M. -
Exposition de huit heures par jour à des bruits traumatisants
pour l'oreille.
Rev. Corps Santé Armées, 2 : 653 - 7, Oct. 1961.
- BARON P. -
Le bruit. L'une des caractéristiques des machines.
Premier colloque international du bruit, Paris 1959.
- BENDER L. -
Le médecin d'entreprise devant le problème du bruit.
Ets Alsthom, Belfort, Praxis 48, 571, 1959.
- BERTHOUD J. -
Contribution à l'étude des bruits des machines-outils.
Premier colloque international du bruit, Paris 1959.
- BESSION A. -
Etude de la courbe des surdités professionnelles dues au
bruit en fonction de la fréquence.
Bull. acad. Nat. Méd. (Paris), 145 : 383-7, 30, Mai-Juin 1961
- BESSION A. -
Lutte contre le bruit dans les usines et ateliers.
Le techn. San., suppl., 85 - 98, Mars - Avril 1958.
- BERANEK L.L. -
Le son et sa mesure.
Arch. Ind. Hyg. Occup. Méd., 5 : 2, 97 - 108, février 1952.
- BERANEK L.L. -
Réduction du bruit. 1st Edit. p. 498, The Mac Graw Hill
book company, Inc. New-York, 1960.

- BERTRAND H. - Sur les méfaits du bruit. Thèse Lyon, 1958.
- BONNEY T.B. - Nouveaux développements concernant le problème du bruit industriel.
Amer. Hyg. Industr. Ass. J., 23 : 282 - 8, juil. août 1962.
- BOYTON W.D. - Le bruit et sa réduction.
Arch. ind. Hyg. Occup. Méd., 5 : 2, 129 - 137, février 1952
- BRIEN A. - Rôle du Médecin du travail dans la lutte contre le bruit.
Thèse Lyon 1959.
- BRUNEL et Coll. - Incidences sonores auditives et extra-auditives dues au grenailage.
Vèmes journées Nat. de Méd. du Trav., Lyon 1958, Arch. Mal. Prof., 20 : 663 - 71, Sept-Oct. 1959.
- BRUCE J. HELD - Guide pour déterminer les spécifications d'emploi d'un revêtement anti-bruit.
Amer. Industr. Hyg. Ass. J. 22 : 3, 175 - 183, juin 1961.
- BUEL H. W. - Bruit et Santé.
Z.F. Pravent (R. Méd. Prev.), Suisse Mars 1957, vol. 2 fasc. 3, 73 - 7.
- BUGARD P. - Les effets des bruits intenses et des ultra-sons sur le système neuro-endocrinien.
Arch. Mal. Prof., 9 : 1, 21 - 28, janvier-février 1958.
- BUGARD P. - L'action des bruits sur l'organisme, l'importance des effets non spécifiques.
Rev. Corps Santé Armées. Paris, 1 : 1, 58 - 72, février 1960.
- BURNS W. - Physiological and clinical effects of noise.
Ass. of Ind. Méd. officers, 8 : 4, 127 - 131, janvier 1959.
- CHADWICK D.L. - Traumatisme acoustique. Quelques investigations concernant le bruit industriel.
J. Laryng. Otol., London 77, 467, 1963.
- CHADWICK - CRUMPSALL D.L. - Noise induced deafness.
Practitioner, London, 191, 733, 1963.
- CHAUMONT A.J. - Surdité Professionnelle chez un apprenti.
Arch. Mal. Prof., 18 : 4, 467 - 8, juillet-août 1957.

CHAVASSE, NICKLES, SAULNIER. -

Contribution à l'étude générale sur la réduction des bruits et des vibrations dans les locaux à usage industriel.
4ème Cong. tech. Nat. de Séc. et d'Hyg. du Trav.
Sep. 1953 (Lille).

CHOCHOLLE R. - Le bruit, méfaits, dangers et prévention.
Les cahiers de la C.F.A., 1958.

CHOCHOLLE R. - Les limites acceptables du bruit : leur détermination.
Premier colloque Intern. du bruit. Paris 1959.

CHOCHOLLE R. - Contrôle du bruit -
Otolaryng. Pol., 15 : 407 - 416, 1961.

CIS C. - Observations on the temporary displacement of the hearing threshold following industrial noise.
Arch. Ital. Otol., 74 : 758 - 69, Sept. Oct. 1961.

CLARK W.E., PIETRASANTA A.C. -
Community and industrial noise.
Amer. J. Public Health, 51 : 1329 - 37, Sept. 1961.

COHEN A. - Damage risk criteria for noise exposure : aspects of acceptability and validity.
Amer. Ind. Hyg. Ass. J., 24 : 227 - 38, mai-juin 1963.

COLLIARD M. - Législation internationale concernant les surdités professionnelles. Acta Otorhinolaryng. Belg., 15 : 419 - 28, 1961.

COOPER W.P. - Noise, General motors, Holden, Melbourne.
Méd. J. Australia 46 : 1, 696, 1959.

CORSO J.F., St LOUIS -
Aging and auditory thresholds in men and women.
Arch. of environmental health, 6 : 3, 350-7, 59-62, février 58.

COURAU - La surdité de perception. L'oreille et le bruit.
Cah. Méd. Interf., 3 : 40 - 5, Avril 1963.

CROUCH H.W. - Results from a continuous time. Distribution noise level meter.
Amer. Industr. Hyg. Ass. J. 19 : 1, 59 - 62, février 1958.

DAVIS H., KRANZ F. -
The international audiometric zero. Industr. Hyg. Ass. J.,
Vol. 25, 4, juillet-août 1964, p. 354 - 8.

- DELCROIX G. - Le bruit et le travail. Application à une population de jeunes.
Arch. Mal. Prof. 20 : 649 - 55, Sept. Oct. 1959.
- DESPONS J. - Motorisation de l'agriculture et surdité causée par le
traumatisme sonore.
Concours Méd. 85 : 883 - 4, Mars 1963.
- DICKSON ED. - Le bruit industriel. Une analyse du problème.
J. Laryngo. 74 : 408 - 19, juin 1960.
- EDWARD R. HERMANN -
An audiometric approach to noise control.
Industr. Hyg. Ass. J., Vol 24, 4, p. 344-56, juillet-août 1963.
- FLETCHER J.L., LOEB M. -
The influence of different acoustical stimuli on the threshold
of the contralateral ear : a possible index of attenuation by the
intratympanic reflex.
Acta Otolaryng. (Stockholm) 54 : 33 - 7, juin 1962.
- Noise Conference. Ass. Industr. of New York States. Amer. Ind. Hyg. J.,
Vol. 19, 5, p. 386 - 435, Oct. 1958.
- FOURNIER J.E. - Le dépistage et la mesure de la surdité Professionnelle.
Arch. Mal. Prof., 24, 10-11, 817, Oct.-Nov. 1963.
- FOURNIER J.E. - L'inscription de la surdité au tableau des Maladies Profession-
nelles. Journ. Fr. d'O.R.L., 183-202, janvier-février 1964.
- FOURNIER J.E. - Surdité Professionnelle et surcharge fonctionnelle des surdités
organiques : leur détection et le problème du diagnostic
différentiel.
Semana Medica, 4 (192), décembre 1962.
- GAILLARD, RETY, BONNEFOY. -
Hypoacousie unilatérale d'apparition brutale après exposition
au bruit. Arch. Mal. Prof. 22 : 161. Mars 1961.
- GALLO R., GLORIC A. -
Permanent threshold shift changes produced by noise.
Industr. Hyg. Ass. J. 25 : 3, 237 - 46, Mai-Juin 1964.
- GARDE J., GUILHOT J. -
On a case of stentorian voice : role of cochleo - recurrent
supra reflectivity determined by the action of industrial
noises ; role of the psychic terrain.
Rev. Laryng. (Bordeaux) 84 : 431 - 40, juillet-août 1963.
- GERARDY J. - Le problème du bruit. Rev. Med. Liège 18 : 539-46, sept. 1963

- GLORIG A. -
Noise and your ear. Moderns Monographs in industrial
Medecine, 1958.
- GLORIG A., DAVIS H. -
Age, bruit et pertes auditives.
Ann. Otol., 70 : 556 - 71, Mai 1961.
- GLORIG A. -
Relations entre la perte auditive et l'exposition au bruit.
J. Iowa Méd. Soc., 53 : 309 - 11, Mai 1963.
- GRIMOUD P. -
Nocivité du bruit et protection de l'ouïe en milieu industriel.
Arch. Mal. Prof., 19 : 3, 318 - 324, 1958.
- GRIMOUD P., PLANQUES J. -
Le bruit. Etude et discussion. Arch. Mal. Prof., 25 : 6,
p. 312, juin 1964.
- GROGNOT P., BOURDINAND J., GIMENEZ A. -
Autonomic dystonia after exposure to an underisable environ-
mental factor : noise.
Presse therme Climat, 9 : 140 - 1, juillet-septembre 1962.
- GROGNOT P., BOURDINAND J., GIMENEZ A. -
Variations physiopathologiques de l'électrocardiogramme
pendant le bruit. Rev. Méd. Aeron. (Paris) 2 : 227 - 48,
Mai-Juin 1963.
- HAVRANEK J. -
Influence des bruits de basse fréquence sur l'organisme.
J. Cesk. Hyg., 8 : 429 - 439, Août 1963.
- HEGGER -
Industrial Erm. Schweiz, Arbeitgeber, Ztg 55 H 6, 2, 1960.
- HEUBEL C.A. -
Practical experience of hearing conservation in industry,
lecture given at industrial noise Conference, London,
December 1961.
- HEMPEL H., et All. -
Legal problems of communal hygienic noise control.
Z Aerztl forbild (Jena) 57 : 805 - 9, juillet 1963.
- HEROLD G. -
Problèmes légaux du contrôle du bruit.
Méd. Mschr. 16 : 833 - 6, Décembre 1962.
- HOWARD -
Estimation du pourcentage de perte auditive.
Arch. Mal. Prof., vol. 5 p. 113, 1952.
- HUGUET J., FOURNIER J.E. -
L'audition des sujets exposés au bruit en fonction de l'âge et
du temps d'exposition. Arch. Mal. Prof. 22 : 711 - 7,
décembre 1961.

XIV th International Congress of occupation Health. Madrid - Spain.
Vol. 11, 16 - 21 Septembre 1963.

- JANSEN and ALL. -
Vegetative reactions to auditory stimuli. Comparative studies of subjects in Dortmund, Germany, and the Mabaan Aribé in the Sudan.
Trans. Amer. Acad. Ophtal. Otolaryng. 68 : 445-55, mai-juin 1964.
- JONES A.R. -
A criterion for evaluation of noise exposures.
Amer. Industr. Hyg. Ass. J., 21 : 481 - 5, décembre 1960.
- JONSSON E. -
Nuisance from external environmental factors and norms for their evaluations. Nord Hyg. T. 44 : 69 - 84, 1963.
- KALMIKOV A. -
Problèmes légaux concernant les pertes auditives dues au bruit industriel.
AMA Arch. Industr. Health, 21 : 216 - 21, Mars 1960.
- KRITER K. D. -
Critère de Sécurité du bruit. Arch. Ind. Hyg. Occup. Méd. février 1952, 5, 2, 117 - 120.
- KUBIK S. -
Le problème du bruit du point de vue de l'hygiène industrielle.
S. Prac Lek, 15 : 167 - 70, Mai 1963.
- KYLIN B. and ALL. -
Against what noises should hearing protection measures be used ? Svensk Lakartidn, 61 : 1862 - 75, 3 juin 1964.
- LAFON J.C. -
Essais sur la physiologie de l'audition. Rôle, 1959, n° 5, p. 254 - 258.
- LAVERGE J., JACOBESCO B., FLAMENT J., COURTEVILLE G. -
Surdité Professionnelle dans le travail du textile.
Arch. Mal. Prof., 23 : 697, 703, Oct. Nov. 1962.
- LE BRUIT INDUSTRIEL -
Arch. Mal. Prof., vol, 20, n° 5, 575 - 672, Sept. Oct. 1959.
- LEHMANN G. -
Influence du bruit sur les fonctions neurovégétatives.
Premier colloque Intern. sur le bruit, Paris, 1959.
- LEHMANN G. -
Effets non spécifiques du bruit. Concours Méd., 82 : 3165 - 75, 18 juin 1960.
- LEHMANN A. -
Study of variations in reaction behaviour of noise sensitive to audiogenic seizures. C.R. Soc. Biog. (Paris) 154 : 57 - 61; 1960.

- MADURO R., LALLEMANT M., TOMATIS R. -
La Surdité Professionnelle. Congrès Français O.R.L. 1952.
- MADURO, CAVIGNEAUX, FOURNIER -
L'indemnisation des surdités professionnelles ; bases juridiques et médicales. Problèmes actuels d'O.R.L., 53-87, 1962.
- MANCIOLI G. -
La sordita professionale negli operai metallurgici. Note di statistica e profilasci. Securitas, 47, 49, 1962.
- MANCIOLI P. -
Le turbe uditive nei lavoratori. Otopatie professionali. Securitas, 47, 13, 1962.
- MORIN J. -
Recherches sur les altérations de l'appareil auditif provoquées par le travail industriel en milieu bruyant.
Le Travail humain, né 3 - 4, p. 317 - 330, juillet-décembre 1965.
- MORIN J. -
L'examen de l'audition dans une entreprise de construction automobile. Le travail humain, 81 - 90, 1965.
- MOUNIER - KUHN P. et BONNEFOY. -
Bruits industriels et troubles auditifs. V mes journées Nat. de Méd. du Trav. Lyon 1958.
- MOUNIER - KUHN P. et BONNEFOY. -
Bruits industriels et appareil auditif. J.M.L., 20-11-1958, né 933, p. 977 - 989.
- MOUNIER - KUHN P. et BONNEFOY. -
Influence de l'état antérieur de l'oreille sur la constitution de la surdité traumatique. Premier coll. du bruit. Paris, 1959.
- MOUNIER - KUHN P., GAILLARD J., MARTIN H., BONNEFOY J. -
Problèmes du bruit. Acta Otorhinolaryng., 14 : 176, 85, 1960.
- MOURIQUAND G., LAFON J.C., EDEL V., CHIGHIZOLA R. -
Différents aspects des réactions du système nerveux à une agression sensorielle (le bruit). Démonstration par la chronaxie vestibulaire, recherche expérimentale. Lyon Méd., 93 : 1013 - 9, 12 novembre 1961.
- ODESCALCHI C.P. -
Sur la pathologie caus e par le bruit. L'évaluation de l'intensité de niveau sonore dans l'industrie.
Lav. Humano - Ital., 10 : 11, 485 - 493, Novembre 1958.
- ODIER M. -
Le Bruit. 86 : 1267 - 74, 22 février 1964.

- PAILLER R., COTTON - MOINE D. -
Traumatisme acoustique et survenue de la surdité.
Arch. Mal. Profes., 20 : 658 - 62, Sept. Oct. 1959.
- PESTALOZZA G. -
Principes d'audiométrie industrielle.
Méd. del Lavoro - Ital., 49 : 11, 645 - 53, Novembre 1958.
- PIHL S.E. -
Evaluation des expositions au bruit industriel.
Amer. Industr. Hyg. Ass. J. 21 : 486, 90, Décembre 1960
- PUJOLLE P. -
Procédés pratiques de protection contre les bruits.
R. son - n° 67, 303 - 6, Novembre 1958.
- RAYMOND V., CHAVASSE, SAULNIER, NICKLES. -
La prospection du bruit dans un établissement industriel.
Premier coll. Intern. du bruit, Paris 1959.
- RAYMOND V. -
Le point de vue du médecin sur une importante nuisance moderne : le bruit.
Us. nouv., 19 - 21, juillet 1957.
- RAWDON - SMITH A.F. -
La fatigue auditive. Brit. J. Psych., 25, 77 - 85, 1934
- RETY J., BONNEFOY J., CAJFINGER. -
Un cas de surdité du type cochléaire, d'apparition brutale après exposition à un traumatisme sonore.
Arch. Mal. Prof., 22 : 162, Mars 1961.
- RETY et Coll. -
Contrôle du bruit. Etudes sonométriques. Quelques applications dans la région lyonnaise. Arch. Mal. Prof., 25 : 62 - 3, janvier-février 1964.
- RETY J. -
L'étude du bruit industriel dans la région lyonnaise. Organisation, méthodes d'étude, quelques résultats, Arch. Mal. Prof., 24 : 418 - 21, Avril-Mai 1963.
- RETY J. -
Le problème du bruit dans le travail du dentiste.
Arch. Mal. Prof., 24 : 416 - 7, Avril-Mai 1963.
- RETY J., LAFON J.C., JACCON A., ANDLANER P. -
Le bruit dans le percement du tunnel du Mont-Blanc.
Arch. Mal. Prof., 24 : 413 - 15, Avril-Mai 1963.
- RENTSCH - VERLAG E. -
Association Internationale contre le Bruit.
Erlenbach - Zürich, 1960.

RICHARD R., AUDETTE -

Sound control for gas turbine package power plants.
Amer. Industr. Hyg. J., 24 : 1, 80 - 86, 1963.

RILEY E.D. -

Dix années d'expérience d'audiométrie industrielle.
Amer. Industr. Hyg. J., 22 : 3, 151 - 160, juin 1961.

ROSENWINKEL N.E., SEWART K.C. -

La relation entre la perte auditive et l'exposition à un bruit continu.
Amer. Industr. Hyg. Quart. E.U., 18 : 3, 227 - 30, Sept. 1957.

SCHNEIDER B. -

Règlementation du bruit en U.R.S.S.
Zbl. F. Arbmed, All, n° 2, 44 - 7, Février 1957.

SCHNEIDER, PETERSON, HOYLE, ODE, HOLDER -

Rapport entre l'exposition au bruit industriel et les résultats d'enquêtes audiométriques à la Dow Chemical Company.
Industr. Hyg. J., 22 : 4, 245 - 51, août 1961.

SCHWETZ F. -

Les dommages causés à l'ouïe dans les ateliers bruyants.
Sich. Arb. - All. - n° 1, 21 - 2, 1959.

SCHALL E.L. -

The handling of Neighborhood noise complaints.
Industr. Hyg. Ass. J., 25 : 5, 496 - 99, Sept. Oct 1964.

SHAPIRO - CHICAGO S.L. -

Surdité suivant une courte exposition à un bruit industriel.
Ann. Rhinol., S. Louis, 68, 1170 ; 1959.

SNERVANGERS C.S. -

Les problèmes du bruit.
Rev. Int. Serv. Santé Armées., 34 : 81 - 90, Mars 1961.

THEILGAARD E. -

Recherches sur la fatigue auditive chez les individus à audition normale et chez les ouvriers travaillant dans le bruit (tisserands). Acta Oto-laryng., 39 : 6, 525 - 537, 1951.

TOLOT F., CHOSSEGROS H. -

La surdité Professionnelle. J. Méd. Lyon, n° 796, 157 - 164, 5 Mars 1953.

TOLOT F., RETY J., CHOSSEGROS H., BONNEFOY J. -

Le bruit industriel. Importance du hasard, à propos d'une enquête réalisée dans la région lyonnaise.
Arch. Mal. Prof., 20 : 625 - 36, Sept. Oct. 1959.

TOMATIS A. -

Les nuisances du bruit.
Méd. Usine - n° 9, 605 - 24, Novembre 1957.

- TOMATIS A. - Réactions somatiques et psychiques au bruit industriel.
Méd. Aéronaut., Paris, 3ème trim., p. 289 - 298, 1959.
- Third Industrial noise conference.
Amer. Industr. Hyg. Ass., 17 : 1, 17 - 60, Mars 1959.
- TROY C. - L'audiométrie automatique et ses applications.
Thèse Paris 1963, 72 p.
AMP de Méd. du Trav. et de S.S., 25 : 3, 169, Mars 1964.
- UYDENHOEF - Protection légale des travailleurs contre le bruit. La situation en Belgique. Acta Otorhinolaryng. Belg., 15 : 429-35, 1961.
- VIEUX N. - Le bruit à l'atelier de chaudronnerie de la raffinerie de Petit-Couronne. 14 p., 1962.
- VIGNERON M.J. - Engins pneumatiques et surdité Professionnelle. Mesures des bruits, audiométrie.
Arch. Mal. Prof., 22 : 74 - 7, janvier-février 1961.
- WARD W.D. - Studies of the aural reflex. Reduction of temporary threshold shift from intermittent noise by reflex activity, implications for damage risk criteria.
J. Acoust. Soc. Amer., 34, 234, 1962.
- WARD W.D. - Damage risk criteria for line spectra.
J. Acoust. Soc. Amer. 34, 1610, 1962.
- WISNER A. - Une méthode d'examen audiolgique dans les conditions de travail. Thèse Paris, Arnette. 1952.
- WISNER A. - Les effets nocifs du bruit.
Travail et Sécurité 13, 101, 1961.
- WORDEN F.G. and All. - Amplitude changes of auditory potentials evoked at cochlear nucleus during acoustic habituation.
Electroenceph. clin. Neurophysiol. 15 : 866 - 81, Oct. 1963.
- YAFFE C.D., JONES H.H., WEISS E.S. - Le Bruit industriel et la perte de l'ouïe chez des individus sous surveillance.
Amer. Industr. Hyg. Ass. J., 19 : 4, 296 - 312, Août 1958.
- YOUNG A.L. - Quelques méthodes utilisées dans l'industrie pour lutter contre le bruit. Amer. Industr. Hyg. Ass. J., 19 : 6, 520-527, décembre 1958.

ZENZ C., BYRON A., BERG -

Another tool for hearing conservation an improved protector,
Amer. Industr. Hyg. Ass. J., 26 : 2, 187 - 188, Mars-
Avril 1965.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	I
GENERALITES	5
LA LOI	15
LES TECHNIQUES	20
ETUDE ANALYTIQUE DES ENQUETES REALISEES	27
ETUDE SYNTHETIQUE DES ENQUETES REALISEES	54
CONCLUSIONS	61

